

## Analyse comparée de la politique spatiale de deux pays émergents : Inde et Chine

**Auteur :** Mary, Robert

**Promoteur(s) :** Dupont, Olivier

**Faculté :** Faculté de Droit, de Science Politique et de Criminologie

**Diplôme :** Master en sciences politiques, orientation générale

**Année académique :** 2015-2016

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/1558>

---

### Avertissement à l'attention des usagers :

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---



**Analyse comparée de la politique spatiale de deux pays émergents : Inde et Chine**

Mémoire présenté par *Robert MARY*

Dans le cadre du master en sciences  
politiques à orientation générale

Année académique 2015 - 2016

### Remerciements

Je remercie monsieur Olivier DUPONT mon directeur de mémoire, spécialiste de l'Inde ainsi que monsieur Andreas THELE mon lecteur de mémoire, spécialiste de la Chine.

Je tiens à remercier spécialement monsieur le professeur Gregor RAUW, également lecteur de ce mémoire, astrophysicien, titulaire du cours intitulé « Exploration Spatiale » de la faculté des Sciences de l'ULg. Pour ce qui concerne les sciences spatiales il est le garant de la rigueur scientifique de ce mémoire.

Cette démarche démontre une réelle coopération interfacultaire  
(Facultés des Sciences et de Sciences Politiques).

Mes remerciements vont également à monsieur Alain DE NEVE, chercheur au sein de l'Institut Royal Supérieur de Défense (IRSD) ainsi qu'à monsieur Alain SPOIDEN, ex-directeur du 4<sup>ème</sup> cycle des Hautes Études de Sécurité et de Défense à l'IRSD, et à monsieur Thierry CHANTRAIN, ex-directeur du Centre Spatial de Liège.

Remerciements particuliers à mes « lectrices de l'ombre » d'origine chinoise et à Neil ARMSTRONG pour son petit pas...



# Executive Summary

The present study explores various aspects of the Chinese and Indian space programmes.

Questions planned to be addressed were the following:

- What are the scientific objectives pursued by both powers? What is their ethical standpoint about the exploitation of extra-terrestrial resources?
- What are the political objectives pursued by both powers?
- Are those objectives completed rather through competition or cooperation?
- Are those objectives realistic (in line with allocated budgets)?
- Incidentally how could those emerging countries best cooperate within international space programmes?

Comparison China - India:

- Both countries have similar reasons to develop a space programme: economical, symbolic (prestige), military, scientific & technical. However national pride and willingness to consolidate the regime are also a large part of Chinese motivation.
- Both countries have quite a similar scientific civilian programme and send telecom satellites for commercial reasons. However only India has signed the Moon treaty limiting herself to the exploitation of Lunar resources (helium 3) through an international treaty.
- The following theories of international relations explain the political reasons of the space programme of both countries: realism, neorealism and *soft power*. Both countries want to increase their soft power (ability to influence others) through the prestige arising from their space programme achievements. Only China managed to send a man (2003) and a woman (2012) in space, to land a rover on the Moon (2013), to start the building of a space station (2011) and finally to develop antisatellite missiles (ASAT in 2007 and 2010). However only India managed to send a satellite orbiting around Mars (2014). From a strictly limited viewpoint to the space programme, China benefits from a larger soft power due to its past achievements despite the military fears generated by ASAT programme causing space debris having provoked an international disapprobation.
- Both countries used cooperation with Russia to start their space programmes but want to be technically independent (especially after Russian failure of *Phobos-Grunt* probe in 2012 entailing Chinese failure to gather particles from Mars for further study). Only India benefits from American support whereas China suffers from trade restrictions imposed by USA on American technology equipments.
- Both countries are in competition commercially and militarily (they are independent in terms of military observation satellites, China since 2007 and India since 2013) but are seeking for international cooperation to achieve their civilian goals.
- China has a more ambitious space programme than India. This programme (national space station, presence of probes and (wo)man on the Moon, creation of a Moon base) is made possible by Chinese economical growth based on exportations. However China will have to manage its priorities. India has a far less ambitious programme more oriented on civilian applications and in line with her economy, so more realistic.
- In terms of international civilian cooperation, ISS and Moon base are par excellence international projects. Both countries could in theory join the ISS provided they massively invest in the programme like any other member country, but China suffers from American veto and India has other financial priorities. If an international Moon base project is set up, the contribution of China will certainly be welcome at least for logistic reasons as long as only Russia and China have nowadays the ability to organize space flights.

# 1. Introduction

## 1.1 Raisons d'être de ce mémoire

Le but du mémoire est avant tout de comprendre quels sont les avantages politiques espérés de la Chine et de l'Inde dans le cadre de leurs programmes spatiaux respectifs, ainsi que d'évaluer l'adéquation des moyens mis en œuvre pour y parvenir (en privilégiant la compétition ou la coopération internationale ?).

La question de recherche peut donc être déclinée comme suit :

- Quels sont les objectifs politiques de ces deux puissances spatiales, toutes deux puissances émergentes<sup>1</sup> ?
- Comment comptent-elles y arriver ? Par la compétition et/ou la collaboration ?

Outre l'étude du contenu des programmes spatiaux respectifs en tant que prérequis, l'accent théorique sera principalement mis sur les notions de pragmatisme (les programmes spatiaux sont-ils réalistes eu égard aux capacités respectives de chaque pays ?) et de *soft power*<sup>2</sup> (les succès spatiaux permettent-il d'accroître la capacité d'influence de ces pays émergents sur la scène internationale ?).

Le but est accessoirement de voir en terme d'efficience de quelle manière les contributions indiennes et chinoises pourraient le mieux s'intégrer dans le cadre de programmes spatiaux internationaux d'envergure communs à d'autres agences spatiales majeures (ex : station spatiale internationale, base lunaire, ...). Dans ce cas de figure la coopération internationale n'étant plus seulement un moyen en vue d'une finalité nationale (ex : autonomie spatiale) mais aussi un objectif en soi à portée internationale.

---

<sup>1</sup> La notion de puissance se définit par « la capacité d'un acteur, que ce soit un État, une organisation internationale, une multinationale ou une ONG, d'influencer ou de contrôler les domaines centraux de la compétition internationale. La puissance n'est pas l'apanage des États, même si ces derniers sont des acteurs centraux dans la politique internationale ». Voir PAQUIN Stéphane et DESCHÈNES Dany, *Introduction aux relations internationales - Théories, pratiques et enjeux*, éditions Chenelière éducation, 17 août 2009, p. 29. La notion d'économie émergente est définie et se base sur des critères précis tels que le taux de croissance du produit intérieur brut pendant les cinq dernières années (on parle de « pays émergent » pour un pays à croissance économique rapide dont le développement actuel ne leur permet pas d'être classés parmi les pays développés) mais la notion de puissance émergente ne fait pas l'objet d'une définition unanimement reconnue à ce jour. Cependant on admet communément pour la définir la présence d'une petite classe aisée, d'une classe moyenne en cours de développement, d'une large classe pauvre et d'une forte pollution environnementale.

<sup>2</sup> Dit simplement: le pouvoir d'influence est un instrument de puissance plus efficace que la contrainte. J.S. Nye, auteur de la théorie du *soft power* définit la puissance comme la capacité d'obtenir un résultat donné et si possible d'altérer dans ce sens le comportement des autres. Voir BONIFACE Pascal, *La géopolitique*, éditions Eyrolles Pratique, Octobre 2014, p. 145. Une grande puissance combine *soft power* (capacité d'influence basée sur l'image issue de la langue, la culture, ...) et *hard power* (puissance militaire et économique), c'est le concept de *smart power*. *Ibid.* p. 147.

## 1.2 Approche théorique

Il ne s'agit pas d'un mémoire théorique ayant vocation à développer un apport nouveau aux théories des relations internationales existantes au travers des raisons politiques des programmes spatiaux de deux puissances émergentes, sujet considéré dans cette hypothèse comme un exemple parmi d'autres. Au contraire, diverses théories des relations internationales seront utilisées comme moyen de comprendre le sujet de ce mémoire c.-à-d. les raisons politiques qui sous-tendent les programmes spatiaux. En effet, obligatoirement temporaires et en constante évolution, ces théories n'ont pas d'autre ambition que de fournir une aide à la compréhension d'un monde en devenir. Cependant le mémoire démontrera en quoi le cas particulier des programmes spatiaux est illustratif du cas général c.-à-d. de certaines théories choisies des relations internationales.

Les théories retenues sont principalement le réalisme classique, le néoréalisme et le *soft power*<sup>3</sup>, elles se complètent d'ailleurs fort bien. L'approche est donc basée sur les notions de *soft power*<sup>4</sup> (la notion de « capacité d'influence d'un État » développée par J.S. NYE), de réalisme/pragmatisme (dans le sens de politique réaliste et non utopique) et de néoréalisme. Une approche résumée de ces théories figure en annexe 26.

Je pense que l'approche du réalisme [la plus ancienne datant de THUCYDIDE (460-365 ACN) puis MACHIAVEL (1469-1527)] reste pleinement applicable pour les deux pays. En effet, selon ce courant les États ont des relations symétriques (basée sur la recherche étatique de puissance où la force est utilisée le cas échéant pour arriver à ses fins) et le monde vit en situation de conflit où de rares collaborations peuvent survenir. Je m'attacherai davantage à

<sup>3</sup> NYE Joseph S., *Soft Power: The Means to Success in World Politics*, Public Affairs US New Editions, June 2005, p. 5-10. J.S. NYE oppose le *hard power*, ou puissance de contrainte, de commandement, de coercition, reposant sur des éléments tangibles tels que la force militaire, au *soft power*, ou puissance de séduction, de cooptation, définie comme la capacité d'un État à « dresser l'ordre du jour politique d'une manière qui modèlera les préférences exprimées par les autres, à structurer une situation de telle sorte que les autres pays fassent des choix ou définissent des intérêts qui s'accordent avec les siens propres, et reposent sur des ressources intangibles telles que la culture, l'idéologie, les institutions des divers régimes internationaux ». Tout ceci porte sur l'image d'un pays et la circulation de celle-ci se joue des frontières. Voir BATTISTELLA Dario, Théories des relations internationales, 5<sup>ème</sup> édition mise à jour, Presses de la Fondation Nationale des Sciences Politiques, juillet 2015, p. 476.

<sup>4</sup> En 2010 le président russe MEDVEDEV utilise le concept de *soft power* sans le définir mais se réfère à la notion de diplomatie culturelle (fortement liée à l'histoire). Le concept occidental de *soft power* n'est pas étranger en Russie mais dès 2013 le ministère des affaires étrangères russe définit son propre concept, il se différentie du modèle occidental par une forme dure liée à la vision russe d'un monde en compétition. Comme les Occidentaux il part du même constat que les problèmes modernes ne peuvent être résolus par la force, au contraire cela aggrave la situation, dès lors il faut idéalement renoncer à remilitariser les relations internationales. Cependant le *soft power* occidental par ses techniques, sa musique et ses modes permet politiquement aux Occidentaux de saper un État en faisant éclater ses références culturelles et spirituelles. Le *soft power* permet certes à un État de restaurer son influence mais les Russes prônent son utilisation dure (une forme de *hard soft power* où l'économie fait intégralement partie du *soft power* -tandis qu'en Occident l'économie est considérée comme faisant partie du *hard power*). Pour la Russie, le *soft power* est la somme de tous les moyens de pression, utilisés pour défendre les intérêts nationaux, à l'exception des moyens militaires (*hard power*). Voir BACHKATOV Nina, *L'énergie diplomate - Enjeux et effets de la diplomatie énergétique de la Fédération de Russie*, éditions Brulyant, 2012, p. 40-41.

la notion de réalisme pragmatique en soulignant le caractère non utopique des politiques spatiales menées (en évitant le caractère considéré comme parfois immoral du réalisme classique *sensu stricto* tout en gardant à l'esprit que selon cette école la moralité ultime est la sauvegarde de l'État). Le néoréalisme<sup>5</sup> (théorie de Kenneth WALTZ en 1979) reconnaît l'existence d'autres acteurs internationaux que l'État, cette fois dans le cadre d'une approche systémique certes, mais l'approche stato-centrée réaliste demeure la règle.

Cependant ce paradigme stato-centré a ses limites<sup>6</sup>. En effet, d'une part l'État n'est pas le seul acteur international (il existe des acteurs non étatiques), d'autre part il n'y a pas de hiérarchie entre les différents domaines de la politique mondiale (secteur militaire, économique, énergétique, écologique, démographique, ...). L'agenda mondial n'est effectivement pas dominé par la sécurité de manière systématique. Troisièmement l'usage de la force militaire est inutile dans des domaines non militaires (tels que l'économie par exemple). En résumé dans un monde complexe et interdépendant (où le monde de la science, des idées, du commerce et des échanges<sup>7</sup> n'est que marginalement affecté par les frontières étatiques), la coopération internationale prévaut<sup>8</sup> sur la notion surannée d'État souverain et juridiquement indépendant entretenant des relations symétriques avec d'autres États seulement. En bref est puissant non pas celui qui est omnipotent mais celui qui est le moins vulnérable dans un monde de dépendance réciproque entre acteurs étatiques et non étatiques.

Ainsi même si cela peut sembler paradoxal car apparemment contradictoire, l'approche systémique de Joseph S. NYE (apparue dans les années 80) s'applique également. Selon ce courant les États ont des relations asymétriques<sup>9</sup> dans le cadre d'une interdépendance complexe (KEOHANE & NYE, le monde vit en collaboration malgré les conflits qui peuvent survenir. Selon la théorie de l'interdépendance complexe (dans laquelle tout acteur est sensible et vulnérable aux comportements des autres acteurs du système, et réciproquement) il s'agit de trouver comment mettre en place un comportement coopératif afin que la mutualité des intérêts économiques diminue le dilemme de sécurité car ces

---

<sup>5</sup> En Russie les réalistes et néoréalistes sont appelés pragmatistes avec la réémergence en 1980 du concept d'équilibre des puissances. Le modèle des pragmatistes est précisément la Chine. Voir BACHKATOV Nina, *L'énergie diplomate - Enjeux et effets de la diplomatie énergétique de la Fédération de Russie*, éditions Bruylant, 2012, p. 37-38.

<sup>6</sup> BATTISTELLA Dario, Théories des relations internationales, 5<sup>ème</sup> édition mise à jour, Presses de la Fondation Nationale des Sciences Politiques, juillet 2015, p. 216-217.

<sup>7</sup> Selon Jospeh S. NYE, ces flux exercent une contrainte sur les États : ils augmentent « la sensibilité réciproque des sociétés et par la même affectent les relations entre gouvernements ». *Ibid.* p. 222.

<sup>8</sup> *Ibid.*

<sup>9</sup> Relations asymétriques car les États ne font pas qu'entretenir des relations horizontales entre eux. Les acteurs internationaux quoique indépendants sont sensibles au comportement des autres acteurs et la vulnérabilité des acteurs varie selon le domaine. Ainsi par exemple les liens économiques entre États peuvent être utilisés au titre de levier politique (un acteur moins dépendant énergétiquement de ses importations est moins sensible au prix de l'énergie est donc en position de force tant économiquement que politiquement). *Ibid.* p. 217 et 463.

derniers prévalent sur la rivalité des intérêts politiques. Les deux programmes spatiaux s'inscrivent en effet dans le cadre à la fois qu'une quête de puissance et d'une coopération internationale, la contradiction n'est ainsi qu'apparente, les situations de conflit et de coopération coexistent pour chaque État.

Les théories que je rejette volontairement sont d'une part l'internationalisme et l'idéalisme. Je rejette l'internationalisme car selon moi cette approche des relations internationales n'est pas stato-centrée or elle l'est précisément au moins en partie pour ces deux puissances émergentes, de plus la Chine n'a aucunement l'idée de propager l'idéologie communisme à travers le monde alors qu'elle pratique dans le même temps une politique économique libérale par bien des aspects. Je rejette l'idéalisme car selon moi les politiques menées par l'Inde et de la Chine ne sont pas actuellement mues par des considérations altruistes (voire utopiques) supranationales (même si l'Inde de NEHRU avait adopté cette approche en son temps, par le biais du pacifisme par exemple), de plus les deux pays reconnaissent certes les normes internationales (règles régissant les rapports collectifs) mais celles-ci ne peuvent aucunement prévaloir sur leur propres intérêts nationaux.

Pour la notion de puissance d'un État je me réfère également au livre récent de Jean-Louis BEFFA, économiste. Il détermine les facteurs de puissance comme suit :

	Inde	Chine
Industrie exportatrice	Faible	Forte
Nouvelles technologies et innovation	Faible (sauf en informatique)	Moyen
Energie (sécurisation et production)	Faible sécurisation	Forte sécurisation
Capacités militaires	Moyen	Moyen (en progression)

D'après BEFFA Jean-Louis, *Les clés de la puissance*, éd. Seuil, 2015, p. 39-72 (Chine), p. 87-95 (Inde).

En résumé - selon Jean-Louis BEFFA - l'Inde est une voix régionale incapable d'assurer un leadership mondial à l'inverse de la Chine, laquelle est tournée vers l'exportation (Brésil, Afrique, Asie centrale) et en mesure d'assurer sa sécurité énergétique. L'Inde se préoccupe davantage de sa croissance intérieure à l'inverse de la Chine plus centrée sur ses exportations. La maîtrise chinoise de sa croissance démographique (politique de l'enfant unique), au contraire de l'Inde, lui permet cette stratégie (le secteur informatique seul ne peut satisfaire en Inde tous les demandes d'emplois). La gestion plus centralisée et coordonnée de l'effort national chinois lui confère également une plus grande efficacité. Nous le verrons, le programme spatial chinois est tout aussi ambitieux que l'échelle planétaire de sa capacité potentielle de *leadership*. Selon moi les deux pays sont également des puissances

démographiques empêchant toute vélléité d'invasion territoriale complète par un adversaire éventuel avec des moyens militaires conventionnels.

Je me réfère aussi à Carl FRIEDRICH, *International Politics and Democracy* (1966) (théoricien du régime politique interne) lorsqu'il considère que la politique étrangère dépend de trois facteurs :

- le niveau technique (le développement du secteur spatial en dépend) et bureaucratique (l'aspect bureaucratique étant connu en Inde, c'est aussi par ailleurs le point le plus faible du programme spatial russe) ;
- l'opinion publique (l'effort spatial chinois est un instrument de cohésion interne) ;
- les partis politiques et les lobbies organisés [moins applicable dans notre cas d'espèce car le complexe industriel aérospatial est dans les deux pays sous le contrôle étatique (directement ou indirectement via la création de sociétés mixtes privées-publiques), le risque de privatisation de l'espace ne se pose pas à l'inverse des USA].

Je ne me réfère volontairement pas à la théorie de Samuel HUNTINGTON (« The clash of civilisation », 1993), laquelle représente le renforcement d'une Asie de nature homogène (la civilisation confucéenne). Je rejoins Thomas MEYER dans son analyse quand il dit qu'il n'y a pas de civilisation confucéenne unifiée<sup>10</sup>. J'estime en effet que déjà il existe une concurrence entre deux puissances spatiales asiatiques majeures assez différentes : la Chine et le Japon, ce à quoi il faut ajouter l'Inde si l'on parle de civilisation asiatique au sens large, il est donc même question d'une concurrence entre trois puissances spatiales.

---

<sup>10</sup> S. HUNTINGTON prétend que cinq civilisations risquent d'entrer en conflit en ce compris la civilisation hindoue et la civilisation confucianiste. Cela reste en théorie possible mais il n'existe pas de civilisation confucianiste homogène. Voir cours ULg « Théorie générale des relations internationales » - S. SANTANDER (2014-2015).

## 2. Démarche méthodologique

### 2.1 Approche adoptée

L'approche est interdisciplinaire et repose sur l'étude des axes suivants :

- Le volet théorique lié à la science politique comporte l'étude de théories des relations internationales, principalement le réalisme, le néoréalisme et le *soft power* dans le but de comprendre les raisons politiques de l'exploration spatiale dans un cadre international tantôt compétitif tantôt coopératif ;
- Le volet technique<sup>11</sup> comporte la compréhension des raisons scientifiques (à usage civil et/ou militaire en termes de bénéfices escomptés) qui poussent l'homme (et ces deux pays émergents) à l'exploration spatiale, l'analyse du contenu des programmes spatiaux et des possibilités les plus efficientes de coopération entre nations spatiales eu égard à leur degré d'avancement technologique dans le domaine spatial<sup>12</sup> ;
- Le volet juridique<sup>13</sup> comporte l'étude comparative en droit international public entre le droit de l'Arctique et le droit de l'espace car la ressemblance est frappante sous divers aspects et permet de comprendre les règles en vigueur en termes de coopération internationale ;
- Le volet éthique<sup>14</sup> comporte l'analyse de la position des deux puissances émergentes quant à l'exploitation des ressources propres aux corps célestes : je tenterai de répondre à la question plus générale suivante : l'homme détient-t-il le droit moral d'exploiter des ressources extra-terrestres ?
- Le volet social<sup>15</sup> se limite à l'étude du coût humain du développement « à marche forcée » du programme spatial chinois.

Evidemment la position respective de l'État chinois et de l'État indien est analysée pour chacun de ces volets. Il va sans dire que ce mémoire a impliqué un suivi régulier de l'actualité spatiale.

L'apport personnel du mémoire est lié au choix des théories des relations internationales les mieux adaptées afin de mieux comprendre les politiques menées par les deux puissances émergentes au travers de leurs programmes spatiaux respectifs. Il est aussi lié à la possibilité d'obtention d'informations notamment chiffrées dans le domaine spatial pour ces

<sup>11</sup> Ce volet figure en annexe 8, 11 et 23 à 25.

<sup>12</sup> Ce qui explique pourquoi un lecteur de ce mémoire est issu de la faculté des Sciences de l'ULg.

<sup>13</sup> Ce volet figure en annexe 22 et 24.

<sup>14</sup> Ce volet figure en annexe 24.

<sup>15</sup> Ce volet figure au chapitre 3.2.3.

deux pays émergents, ce qui en soi constitue un sérieux défi. Ensuite il s'agit d'analyser ces informations afin d'identifier au mieux les buts poursuivis par chacun des protagonistes et de définir quel type de coopération de ces deux pays à l'échelle internationale serait la plus utile à l'Humanité.

## 2.2 Les sources

Ce travail est d'abord basé sur diverses recherches bibliographiques. En particulier pour l'aspect théorique le livre de Joseph S. NYE, *Soft Power : The Means to Success in World Politics*, Public Affairs US New Editions, June 2005, ainsi que le livre de Jean-Louis BEFFA, *Les clés de la puissance*, éditions Seuil, 2015. Pour l'étude des programmes spatiaux : le rapport annuel d'activité de l'ISRO<sup>16</sup> (Agence spatiale indienne), le livre blanc chinois définissant la stratégie de la CNSA<sup>17</sup> (Agence spatiale chinoise), le livre d'Arlène AMMAR-ISRAËL « L'exploration spatiale - au carrefour entre la science et la politique », le livre d' Isabelle SOUBÈS-VERGER « Un empire très céleste : La Chine à la conquête de l'espace » ainsi que les rapports issus d'organismes ayant vocation de donner un support à l'armée française (« Analyse comparée de la stratégie spatiale des pays émergents : Brésil, Inde, Chine » - Études de l'ISREM (Institut de recherche stratégique de l'École militaire notamment par Isabelle SOUBÈS-VERGER) et à l'armée belge (« Les programmes spatiaux russes et chinois : ambitions politiques, contraintes institutionnelles et dimension technologique » - Institut royal supérieur de Défense par Alain DE NEVE).

Il est ensuite basé sur des conférences liées aux recherches dans le domaine spatial (la « Société astronomique de Liège » et l'« Air & Space Academy » de Toulouse) ainsi que sur des interviews toujours précédés par des questionnaires *ad-hoc* (la direction du centre spatial de Liège ainsi que la société Belgium Satellite Services SA car son CEO a

---

<sup>16</sup> L'ISRO (*Indian Space Research Organisation*) fut créée en 1969 mais l'Inde n'enverra son tout premier satellite qu'en 1979 (la Chine en 1970). Voir « Indian Space Research Organisation », ISRO, disponible à l'adresse suivante : <http://www.isro.org/> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>17</sup> La CNSA (*China National Space Administration*) fut créée en 1993, année où la Chine adopte officiellement la notion d'économie socialiste de marché. La CNSA comptait en 1993 une centaine d'employés. Il convient d'y ajouter 275 000 personnes travaillant directement ou indirectement (sous-traitance) pour les 8 corporations industrielles liées au secteur spatial. Les responsables de ces corporations sont souvent des membres du comité central du parti Communiste chinois. Dans la mesure où la nouvelle génération de dirigeants chinois arrivés au pouvoir dès 1992 est composée d'ingénieurs et de techniciens de formation, cela a impacté la politique de recrutement dans le secteur spatial par la formule des « quatre plus » : « plus jeune, plus idéologique, plus compétent et plus instruit ». Il faut aussi savoir que la gestion du secteur spatial chinois est complexe. En effet la CNSA n'a pas l'exclusivité de la conduite des affaires spatiales même dans le cadre de la coopération internationale (ainsi la coopération scientifique est gérée par l'Académie des Sciences et à titre d'exemple pour le projet européen de navigation Galiléo, c'était le ministère des sciences et des technologies qui était l'interlocuteur en charge). Voir BOREL Denis et SOUBÈS-VERGER Isabelle, *Un empire très céleste : La Chine à la conquête de l'espace*, éd. Dunod, 2008, p. 68. / ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG editions, July 2015, p. 11-19 / CNSA (*China National Space Administration*), disponible à l'adresse suivante : <http://www.cnsa.gov.cn/n615709/cindex-linshi.html> (consultée le 15 avril 2014).

antérieurement travaillé à l'ISRO) et la presse spécialisée en matière spatiale (*Wallonie Espace Infos*, *Athena*, *Air et Cosmos*). J'ai aussi eu des contacts auprès du département d'astrophysique de l'université de Liège (son vice-président et divers professeurs).

Je me suis aussi basé sur des recherches documentaires web (notamment les agences spatiales (CNSA, ISRO, Nasa, Roscosmos, Esa) ainsi que divers articles de presse (belge, française et américaine) sans oublier de mentionner divers cours tant à l'université de Liège (science politique, droit, sciences spatiales), qu'à la KUL (droit et gestion dans le domaine spatial).

Je me suis enfin basé sur les informations fournies via des séminaires organisés par l'ONG « Schola Empirica » (« Summer school on China : China, a superpower or a myth? ») ainsi que par l'Institut Royal Supérieur de Défense (11<sup>e</sup> session des Hautes Études de Sécurité et de Défense - parties Chine et Inde -) auprès de l'armée belge.

Pour les sources détaillées je vous renvoie à l'annexe 9 intitulée « Sources ».

Le présent travail a suivi les règles typographiques décrites par l'Université de Liège dans le cadre du « séminaire de préparation au mémoire » de Goeffrey GRANDJEAN et celles décrites dans le cadre du lexique des règles typographiques en usage à l'imprimerie nationale (française)<sup>18</sup>.

## 2.3 Les limites au présent travail

L'impact politique des activités spatiales de l'Inde et de la Chine vis-à-vis des autres pays n'a pas été étudié à l'exception de l'aspect coopération internationale vis-à-vis des autres puissances spatiales et de l'aspect militarisation de l'espace (tir d'une arme antisatellite chinoise en 2007 et 2010). Notons que les succès spatiaux chinois sont exploités en politique étrangère pour conforter son influence régionale par des offres de coopération avec d'autres pays.

La coopération entre la Chine et l'Inde est abordée mais de manière incomplète, vu la relative opacité dès lors qu'il s'agit d'obtenir des informations sur le volet spatial chinois. En effet rien que pour l'étude de la Chine seule, il est particulièrement ardu de disposer d'informations transparentes tant sur la nature des activités spatiales (existantes ou en projet) que des montants investis (ou budgétés).

---

<sup>18</sup> Imprimerie nationale, *Lexique des règles typographiques en usage à l'imprimerie nationale*, 6<sup>ème</sup> édition, 2002, 196 p.

### 3 Apports politiques des programmes spatiaux

#### 3.1 L'Inde

##### 3.1.1 Particularismes

Les particularismes principaux sont les suivants :

- par tradition, l'Inde a toujours désiré accroître son développement économique<sup>19</sup> et social, son programme spatial représente un moyen d'atteindre cette fin ;
- l'Inde développe son programme de lanceurs d'abord de manière civile<sup>20</sup> puis ensuite seulement de manière militaire<sup>21</sup> ;
- l'Inde – contrairement à la Chine - peut bénéficier de programmes de transferts technologiques des États-Unis ;
- l'Inde fait partie des pays fondateurs du comité des Nations Unies sur l'utilisation pacifique de l'espace (Copus) depuis 1958. Le Copus est à la base des cinq traités de l'Espace dont l'Accord régissant les activités des États sur la Lune et les autres corps célestes (1979). Seuls six pays l'ont signé et ratifié. Seules deux puissances spatiales, l'Inde et la France, l'ont signé<sup>22</sup> (sans l'avoir ratifié) ;
- l'Inde est le seul allié militaire de la Russie ayant pu bénéficier en 2010 (à l'époque où elle n'était pas technologiquement autonome) de l'accès à un satellite d'observation militaire russe (accord portant sur l'accès au système de navigation Glonass<sup>23</sup>). En 2013, l'Inde devint autonome lorsque le satellite géostationnaire GSAT-7 fut lancé avec succès à l'usage exclusif de la Marine nationale indienne.

---

<sup>19</sup> Le gouvernement indien souhaite obtenir un taux moyen de croissance annuel de 8,2 % dans le cadre du plan quinquennal 2012-2017. Le secteur spatial sert à atteindre cet objectif. Voir AL-EKABI Cenan, « Space Policies, Issues and Trends in 2012-2014 », ESPI (European Space Policy Institute) Report 49, November 2014, disponible à l'adresse suivante : [http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI\\_Report\\_49.pdf](http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI_Report_49.pdf) (consultée le 12 août 2015).

<sup>20</sup> La fusée SLV3 (*Satellite Launch Vehicle*) est un engin civil qui, en 1970, servira de base à la création de missiles balistiques militaires alors que dans les autres pays ce sont les missiles militaires qui ont le plus souvent servi de base à la conception de lanceurs.

<sup>21</sup> Cependant le lien avec le secteur militaire est évident puisque le principal industriel impliqué dans l'activité spatiale est la société publique (gérée par le ministère de la Défense) Hindustan Aeronautics Limited (HAL) dont l'activité principale porte sur la production d'avions et d'hélicoptères militaires. Elle employait 34 000 personnes en 2010. Voir « HAL », Hindustan Aeronautics, disponible à l'adresse suivante : <http://hal-india.com/> (consultée le 15 novembre 2014).

Voir aussi l'annexe 9 listant les neuf sociétés principales composant l'industrie aérospatiale en Inde.

<sup>22</sup> Voir l'annexe 5: Accord régissant l'activité des États sur la Lune et les autres corps célestes.

<sup>23</sup> Sputnik France, « Russie-Inde : accord sur l'utilisation militaire de GLONASS », 12 mars 2010, disponible à l'adresse suivante : <http://fr.sputniknews.com/defense/20100312/186236873.html> (consultée le 15 novembre 2014). Le système de navigation Glonass (Global Navigation Satellite System) est destiné à positionner les objets sur terre et en mer. 18 satellites sont nécessaires pour couvrir le territoire russe et au moins 24 pour embrasser l'ensemble de la Terre.

### 3.1.2 Raisons d'être du programme spatial de l'Inde

A l'instar d'autres pays l'Inde a développé un programme spatial pour les raisons suivantes :

- le désir de découvertes par soif de connaissances - scientifiques ou non - ;
- la sauvegarde de l'espèce humaine (ce qui explique l'intérêt pour le climat<sup>24</sup>) ;
- le fait de favoriser l'éducation et la formation des jeunes aux disciplines scientifiques ;
- la possibilité de bénéficier de retombées technologiques permettant d'atteindre une certaine autonomie (lanceurs et satellites, notamment pour ce qui concerne l'imagerie spatiale). Cette indépendance présente en outre l'avantage de réduire les coûts puisque l'Inde ne doit désormais plus acheter à d'autres pays les images en question ;
- la mise à disposition de l'outil spatial au service d'objectifs militaires et de la défense nationale en général (ex : gestion de crises, surveillance maritime<sup>25</sup>, surveillance de pays voisins tels que le Pakistan et la Chine, espionnage, ...) ;
- le souci de prestige<sup>26</sup> et de fierté nationale (aspiration de souveraineté et de puissance) conféré notamment par un degré de maturité technologique permettant à l'Inde d'égaler les grandes puissances spatiales traditionnelles (ce raisonnement vaut aussi pour le secteur du nucléaire civil) ;
- la stimulation de l'économie grâce à :
  - la rentabilité économique des activités spatiales<sup>27</sup> et en particulier dans le domaine des télécommunications,
  - le développement économique de l'industrie aéronautique et spatiale -civile et militaire- (neuf sociétés représentant au moins 259 000 personnes<sup>28</sup> sous le

<sup>24</sup> La prévision des tempêtes est une raison d'être majeure du programme spatial indien. Voir SREENIVASAN Hari, « Is India's Space programme worth the money? », PBS NewsHours, 18 janvier 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.pbs.org/newshour/bb/world-jan-june14-indiaspace-01-18/> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>25</sup> EFE, « Les spécialistes indiens ont annoncé la mise en orbite réussie du satellite militaire GSAT-7 de fabrication indienne », Sputniknews.com, 30 août 2013, disponible à l'adresse suivante : [http://fr.sputniknews.com/french.ruvr.ru/news/2013\\_08\\_30/Linde-a-mis-en-orbite-son-premier-satellite-militaire-6610/](http://fr.sputniknews.com/french.ruvr.ru/news/2013_08_30/Linde-a-mis-en-orbite-son-premier-satellite-militaire-6610/) (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>26</sup> Le prestige confère une capacité d'influence (voir la notion de *soft power*).

<sup>27</sup> Le secteur privé n'intervient que si certains investissements massifs restent à charge des États (ex : les lanceurs). L'intervention du secteur privé -malgré ses avantages en termes d'innovation et de productivité ainsi que l'allègement budgétaire des États qu'il induit- pose un problème majeur : celui de l'externalisation des risques dont le coût se reporterait alors sur la collectivité et l'environnement (pollution, débris spatiaux, économies aux dépens de la sécurité des astronautes, ...). La privatisation de l'espace doit s'accompagner de contrôles a priori qui limitent les risques évoqués ci-avant.

<sup>28</sup> Voir l'annexe 9 listant les neuf sociétés principales composant l'industrie aérospatiale en Inde. Le secteur spatial compte principalement l'ISRO (+- 18 500 employés en 2013), le secteur aéronautique comporte principalement la société Hindustan Aeronautics Ltd (+- 34 000 employés en 2010). Cependant il convient de tenir compte également des sept autres organisations à vocation militaire au sens large (en ce compris mais non exclusivement le secteur aéronautique et spatial). Voir « Aerospace Industry in India », Defence Aerospace.com, disponible à l'adresse suivante : <http://www.defense-aerospace.com/articles-view/feature/5/102287/quick-overview-of-india%20%99s-aerospace-industry.html> (consulté le 15 novembre 2014) / « Aerospace Companies in India », Amritt Ventures, disponible à l'adresse suivante : <http://www.aM.itt.com/industries/aerospace-defense/aerospace-companies-in-india/> (consultée le

contrôle du ministère de la défense). Elle se présente également sous forme de joint-venture avec la Russie (BrahMos Aerospace<sup>29</sup>).

Tout comme la Chine, l'Inde veut avant tout démontrer son savoir-faire (dans l'esprit *Apollo*) mais on est encore loin d'une vision d'installation à long terme (ex : base lunaire). Cependant ses capacités spatiales constituent un atout majeur dans le cadre d'une coopération internationale.

#### Le programme spatial indien : compétition ou collaboration ?

- compétition économique et technologique ? Certainement (mais en collaboration privilégiée avec la Russie pour des raisons politiques), surtout avec la Chine (le but étant de démontrer son savoir-faire technologique avant ses concurrents en atteignant un certain degré d'autonomie) ;
- compétition militaire ? Très probablement, mais à un degré nettement moindre que la Chine (car l'Inde n'est autonome au niveau spatial militaire que depuis 2013, via une coopération passée avec Israël, puis la Russie et elle ne dispose pas d'armes antisatellites comme la Chine) ;
- collaboration scientifique ? Certainement et ce tant pour des raisons purement scientifiques (ex : collaboration internationale en ce compris avec la Chine au niveau du space weather<sup>30</sup>, protection<sup>31</sup> et suivi des satellites en lien avec la gestion des débris spatiaux, partage de connaissances liées à la gestion des risques naturels terrestres, ...) que surtout politiques et économiques [ex : mission conjointe *Chandrayaan-1* avec l'Esa et la Nasa (2008), accord de coopération scientifique avec Roscosmos (2007-2017), mission conjointe future (2018) vers Mars avec la Nasa, etc.].

---

<sup>29</sup> 15 novembre 2014) / « HAL », Hindustan Aeronautics, disponible à l'adresse suivante : <http://hal-india.com/> (consultée le 15 novembre 2014) / « Human Resources Report 2013 », ISRO, disponible à l'adresse suivante : <http://www.isro.org/pdf/HumanResources.pdf> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>30</sup> « BrahMos Aerospace », disponible à l'adresse suivante : <http://www.brahmos.com/index.php> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>31</sup> C'est une branche de la physique spatiale étudiant l'impact du soleil dans l'espace. Dans notre contexte il s'agit de l'étude de l'impact du comportement du soleil sur un satellite de manière à éviter des dommages voire sa destruction complète. Voir Portail Européen de la météorologie spatiale, « The European gateway to Space Weather resources », disponible à l'adresse suivante : <http://www.spaceweather.eu/fr/> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>32</sup> Les puissances spatiales collaboreront toujours dans le cadre de la gestion des menaces contre leurs satellites. Lancer un satellite dans l'espace est une activité dangereuse. Ceci explique d'ailleurs l'accord unanime concernant les normes internationales de sécurité (traité Onusien de 1967, cf.. infra) liées aux satellites (ex: obligation de prévenir les autres pays lors d'un lancement afin de calculer les trajectoires de lancement sans risque dans le but d'éviter une collision avec un « déchet spatial », obligation de prévoir du carburant complémentaire pour assurer le désorbitage et la destruction complète du satellite lors de sa rentrée dans l'atmosphère, systèmes de renforcement structurels des satellites, surveillance conjointe des satellites avec d'autres puissances spatiales, ...). Voir Interview de T. CHANTRAIN, directeur du Centre Spatial de Liège (3 décembre 2014).

## 3.2 La Chine

### 3.2.1 Particularismes

Les particularismes principaux sont les suivants :

- le père fondateur du programme spatial chinois fut un transfuge malgré lui. En effet Qian XUESEN<sup>32</sup> était un scientifique chinois travaillant aux États-Unis rejeté par son pays d'adoption. Il interrogea Wernher von BRAUN en 1945 pour le compte de l'armée US et contribua aux premiers succès du programme de recherche américain en matière de propulsion de fusées et de missiles. Suite au Maccauthysme, il fut accusé à tort d'espionnage et fut échangé en 1955 contre des prisonniers américains issus de la guerre de Corée avec l'accord exprès du président Eisenhower. Il formera ses collègues et obtint le soutien personnel de Mao afin de résorber le retard technologique par rapport aux Occidentaux ;
- Deng XIAOPING disait déjà en 1958 que l'attribution de ressources au secteur spatial serait fonction de sa capacité à contribuer au développement économique et à la modernisation du pays. Vingt ans plus tard, au début de sa présidence du pays (1978-1992), il disait qu'il fallait procéder à un arbitrage entre les ambitions nationales de puissance (l'espace « de prestige », en lien avec le *soft power*), l'état de développement actuel du pays, les possibilités techniques et financières du pays (en lien avec le réalisme pragmatique) et les besoins du pays (l'espace « utile »)<sup>33</sup>. On peut sans se tromper dire que cette maxime est encore applicable aujourd'hui ;
- la Chine recherche l'harmonie (tradition confucéenne) et la cohésion sociale. Le programme spatial national est un moyen d'atteindre ces buts ;
- la Chine a un programme spatial ambitieux à l'échelle du rôle politique que le pays veut se donner : à l'échelle régionale très certainement et éventuellement à l'échelle planétaire. Cependant, je pense que la Chine recherche une supériorité spatiale de nature plus régionale qu'internationale, son programme étant fortement tourné vers les besoins nationaux malgré les bénéfices incontestables qui en découlent en termes de *soft power* au niveau international ;

---

<sup>32</sup> BOREL Denis et SOURBÈS-VERGER Isabelle, *Un empire très céleste : La Chine à la conquête de l'espace*, éd. Dunod, 2008, p. 12-13.

<sup>33</sup> *Ibid.* p. 47.

- la Chine a dû se résoudre à développer seule son programme spatial en dépit de sa volonté de collaboration suite aux échecs des autres puissances spatiales (explosion de la navette américaine *Challenger* en 1986, changement de régime en URSS en 1986 impactant les priorités russes en termes de collaboration avec la Chine, nombreux retards du système de radionavigation européen *Galileo* en 2003 causant en partie la volonté de retrait chinois, échec russe de la sonde *Phobos-Grunt* en 2012 poussant les chinois à continuer l'aventure robotique lunaire seuls) ;
- la Chine poursuit une politique de développement économique et scientifique. Il s'agit de conférer au pays un statut de nation industrialisée et d'élever le niveau scientifique<sup>34</sup>. L'aspect militaire existe certes mais il est subordonné aux intérêts économiques ;
- dans un régime communiste, le groupe prévaut sur l'individu, dès lors le développement « à marche forcée » du programme spatial national peut se faire au détriment de l'individu. Ainsi l'indemnité liée à la mort d'un citoyen suite à la retombée de débris de fusée sur le sol s'élève à un montant dérisoire variant entre 600 et 1 500 € (voir le chapitre 3.2.3) ;
- il existe bel et bien une « culture chinoise de l'espace ». Alors que les Américains se réfèrent au mythe de la nouvelle frontière (*High Frontier*) lié à sa mission missionnaire et civilisatrice, alors que l'idéologie russe marxiste créa le « mythe de l'homme nouveau » sous l'influence de la promotion de la science<sup>35</sup>, alors que l'Europe se caractérise par l'absence d'un référent commun, la Chine se doit d'effacer l'humiliation subie (lors des succès spatiaux russes et américains pendant la guerre froide, mais aussi en général historiquement de par la colonisation occidentale de 1839 à 1949). Elle doit en effet « rattraper » le retard technologique afin de retrouver sa place historique c.-à-d. restaurer sa fierté nationale<sup>36</sup>. Effacement de l'humiliation et volonté de reconnaissance internationale constituent les bases de la culture spatiale chinoise. Le programme spatial répond aux aspirations du peuple chinois (le retour à la grandeur passée dans le respect des traditions) et renforce sa cohésion<sup>37</sup>. Ce qui en conséquence renforce la légitimité du

<sup>34</sup> Le secteur spatial chinois ne repose que sur des solutions techniques conçues lors de la seconde moitié de la guerre froide. On est donc loin d'un grand degré d'innovation. La Chine privilégie l'efficacité à l'amélioration technologique principalement pour des raisons budgétaires.

<sup>35</sup> Le père russe de la théorie des fusées, Konstantin Tsiolkovski considérait que les hommes étaient appelés à vivre dans l'espace et que la fréquentation de ce milieu donnerait à terme naissance à une nouvelle espèce humaine.

<sup>36</sup> La traduction et la publication à Beijing en 1981 d'un ouvrage intitulé « les quatre grandes découvertes de la Chine antique » le prouvent. Bien souvent l'Occident a tendance à oublier la grande antériorité des inventions chinoises concernant la poudre et les fusées. De plus la Chine est la première à avoir observé la comète de Halley en 611 avant JC.

<sup>37</sup> J'en veux pour preuve le fait que le peuple chinois est associé au programme de par le choix de dénomination de la sonde lunaire et du rôle fédérateur de ses taïkonautes. Le choix final du nom *Yutu* fut l'objet d'un sondage internet où la

régime (les classes « dominantes » s'assurant du soutien des classes « dominées ») donnant au programme spatial chinois une fonction sociale. Par cette référence à l'histoire (et la mythologie) le programme spatial chinois s'avère être un programme à forte vocation ationale. Cette continuité historique nationale a toujours été mobilisée par les dirigeants chinois vis-à-vis du peuple, aussi bien avant la période communiste (Chiang KAI-SHECK) qu'actuellement. En effet le président Xi JINPING s'exprima le 29 novembre 2012 en ces termes : « la renaissance nationale<sup>38</sup> (du « royaume central ») constitue le plus grand rêve de la nation chinoise dans l'histoire moderne »

- le programme spatial chinois s'inspire en terme culturel<sup>39</sup> de la mythologie chinoise<sup>40</sup>. Cette volonté de fierté nationale (par référence directe à l'histoire du pays c.-à-d. *in fine* à la puissance de manière symbolique) s'intègre d'ailleurs dans la théorie du réalisme classique des relations internationales ;
- la science a été considérée comme antirévolutionnaire par la pensée maoïste. Puis elle a été réhabilitée dans le discours politique. La professionnalisation des scientifiques-gestionnaires dans le secteur spatial a fait l'objet d'un soutien institutionnel qui lui faisait défaut auparavant. Le pouvoir actuel utilise donc les compétences de ses experts comme justification du bien-fondé de sa politique ;

---

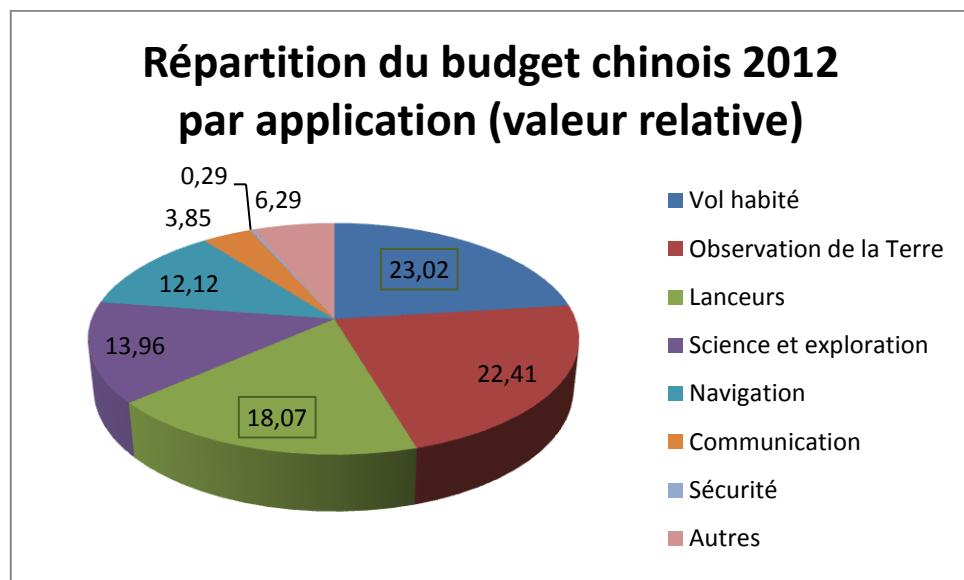
population chinoise pouvait exprimer ses préférences. Alors que les cosmonautes russes visitaient l'Europe de l'Est pour une question de prestige international, les taïkonautes visitent surtout la Chine en ce compris Hong Kong et Macao où ils contribuent à la cohésion du peuple uni autour de ses dirigeants. Voir ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG editions, July 2015, p. 50-52.

<sup>38</sup> *Zhongguo meng* en chinois ou *great rejuvenation/renewal* en anglais. Voir Xinhua News , « Xi pledges great renewal of Chinese nation », English.news.cn, 29 novembre 2012, disponible à l'adresse suivante: [http://news.xinhuanet.com/english/china/2012-11/29/c\\_132008231.htm](http://news.xinhuanet.com/english/china/2012-11/29/c_132008231.htm) (consultée le 15 mai 2015).

<sup>39</sup> Si l'on parle de « rayonnement culturel » de la Chine induit par l'invention de la fusée, de la poudre et de premier pays observateur de la Comète de Halley on pourrait évoquer la théorie du *soft power* de J.S. NYE. Cependant je préfère réserver celle théorie aux accomplissements technologiques actuels en matière spatiale (car ils sont beaucoup plus parlant) mais aussi aux références culturelles traditionnelles de la Chine (ex : opéra de Beijing, les pandas, les arts martiaux, le confucianisme, le taoïsme, le bouddhisme et d'autres écoles classiques de la pensée, telles que : gagner le respect par la vertu (*yi de fu ren*), la gouvernance bienveillante (*wang dao*), la paix et l'harmonie (*he*)).

<sup>40</sup> Ainsi la sonde lunaire *Chang'e* est inspirée par l'héroïne éponyme condamnée à vivre sur la Lune pour avoir bu l'élixir d'éternité, elle y vécut avec *Yutu* (le lapin de Jade, symbole de bonté et de pureté reflétant l'utilisation pacifique de l'espace par la Chine). La déesse lunaire *Chang'e* est fêtée chaque année en Chine. De même le projet *Kua Fu* (projet de météo spatiale par la mise en place d'un système composé de trois satellites lancés en 2017) fut ainsi nommé en l'honneur d'un géant de la mythologie chinoise mort suite à une course poursuite avec le soleil afin de le forcer à éclairer d'avantage la Terre. Le programme spatial chinois se réfère donc à la gloire historique passée via la mythologie par exemple dans le cadre de la dénomination de son programme habité (*Shenzhou*), son programme robotique [l'orbiteur *Chang 'e* et le *rover* (engin motorisé à roue/astromobile) *Yutu* ainsi que le satellite météorologique (*Kua Fu*)]. Voir « China plans 'KuaFu Mission' for Sun probe », China Daily, 20 juillet 2006, disponible à l'adresse suivante: [http://www.chinadaily.com.cn/china/2006-07/20/content\\_645326.htm](http://www.chinadaily.com.cn/china/2006-07/20/content_645326.htm) (consultée le 17 juillet 2015) / ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG editions, July 2015, p. 50.

- l'Académie des Sciences a défini une « roadmap des activités spatiales » pour la Chine jusque 2050<sup>41</sup>, cependant ce document n'engage en rien le Conseil d'État dont elle dépend. Il faut donc bien identifier les documents reconnus comme montrant la ligne officielle du régime avant de pouvoir tirer la moindre conclusion. C'est le Plan à long terme du développement des sciences et des technologies 2006-2020, le plan socio-économique à 5 ans 2011-2015 et Livre Blanc 2011 qui définissent ensemble les intentions officielles du régime (voir l'annexe 15) ;
- répondre à la question « qui est en charge du programme spatial chinois ? » constitue un véritable casse-tête en raison de l'opacité voulue par les autorités chinoises. En conséquence il est extrêmement difficile de séparer clairement les activités spatiales purement civiles (commerciales, académiques, ...) des activités spatiales purement militaires<sup>42</sup> (voir le chapitre 3.3.2 et l'annexe 15 pour plus de détails). Cependant si l'on veut absolument distinguer la part civile de la part militaire du programme spatial chinois il est possible de l'aborder indirectement par le biais de l'usage de ses différents segments.

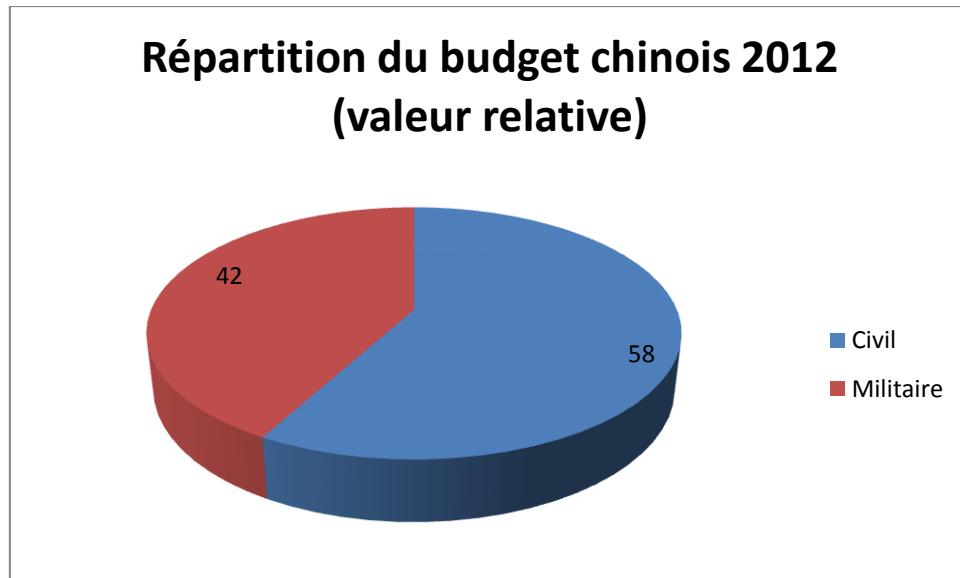


D'après ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG editions, July 2015, p. 22.

<sup>41</sup> Dans sa « Roadmap » l'Académie des Sciences participe également au processus de « propagande » en mentionnant que la Chine sera le pays le plus riche en 2050, aura une position de leadership mondiale au niveau spatial et des responsabilités à l'égard de la civilisation humaine, la notion de « made in China » serait d'ailleurs remplacée par la notion de « created in China ». Encore une fois il faut noter que ce document n'a pas l'aval du Conseil d'Etat! Voir ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG editions, July 2015, p. 109-111.

<sup>42</sup> SOLOMONE Stacy, *China's strategy in space*, Springer editions, New York, 2013, p. 21.

Sur un budget spatial de 3,090 milliards USD en 2012<sup>43</sup>, et sachant que l'armée gère les bases de lancements (lanceurs) et le vol habité on arriverait alors à une « part militaire » théorique de 42 %. Mais il serait bien précipité de conclure à une arsenalisation<sup>44</sup> du programme spatial chinois malgré ce chiffre (voir le chapitre 3.2.2 ci-dessous).



D'après ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG editions, July 2015, p. 22.

### 3.2.2 Aspect militaire du programme spatial chinois

L'aspect militaire du programme spatial chinois est assez avancé et a fait craindre à Washington une course aux armements spatiale. De plus la création de débris spatiaux a valu à la Chine une désapprobation internationale (pour plus de détails voir l'annexe 11).

#### *De quoi s'agit-il ?*

Tous comme les autres puissances spatiales, la Chine dispose de satellites d'observation de la Terre utilisables à des fins civiles et/ou militaires (la surveillance à partir de l'espace pourrait modifier l'équilibre militaire en Asie).

<sup>43</sup> Voir le chapitre 3.3.2 pour les données budgétaires détaillées.

<sup>44</sup> Il ne faut pas confondre militarisation et arsenalisation de l'espace. « Militariser » suppose l'utilisation de technologies duales (civiles et militaires) telles que l'envoie de satellites à des fins d'observation (satellites d'observation et météorologiques), d'écoute (satellites d'écoute électronique et d'alerte) et de diffusion (satellites de télécommunication) c.-à-d. certes à des fins de soutien aux opérations militaires mais de manière non aggressive. « Arsenaliser » suppose l'envoi dans l'espace de moyens de combat. Le traité de l'espace de 1967 interdit l'emploi d'armes nucléaires ou de destruction massive dans l'espace (même si cela est techniquement possible de nos jours). Le traité autorise donc l'emploi d'armes « classiques » et rend l'arsenalisation possible, ceci est lié aux négociations de l'époque dominées par les Américains et les soviétiques. Voir LEFEBRE Jean-Luc, *Stratégie spatiale. Penser la guerre des étoiles*, une vision française, éd. Esprit du livre, 30 juin 2011, p. 149-150.

Cependant, seuls trois pays<sup>45</sup> dont la Chine possèdent la capacité de détruire des satellites ennemis et ont procédé à des essais réussis :

- parmi ces technologies, la plus connue est une arme ASAT<sup>46</sup> directe, dont le principe d'utilisation consiste à tirer un engin non armé, tel un missile afin de percuter et détruire sa cible. Une autre méthode consiste à utiliser un satellite et reprogrammer sa course pour que ce dernier entre en collision avec le satellite visé (la Chine maîtrise aussi cette technique) ;
- un second groupe d'arme ASAT se situe dans la panoplie des armes à énergie dirigée. Ces armes comprennent notamment les lasers chimiques et à rayons X, ainsi que des armes à faisceaux (la Chine a dit maîtriser cette technique dès 2006) ;
- finalement, les armes électroniques, le piratage et le brouillage et les attaques cybernétiques peuvent également être utilisés pour endommager des satellites<sup>47</sup>.

La destruction par la Chine le 11 janvier 2007 d'un satellite non opérationnel (satellite de météorologie national *Fengyun 1C*) à l'aide d'un missile antisatellite (ASAT) a fait couler beaucoup d'encre parmi les analystes de la puissance militaire chinoise<sup>48</sup>. Cet évènement (le fait que le tir n'ait pas été annoncé tout en pouvant causer un danger constitue déjà en soi une violation du traité international spatial de 1967<sup>49</sup>), combiné à « l'aveuglement » par laser, survenu quelques mois auparavant, d'un satellite américain survolant le territoire chinois, a non seulement démontré la relative fragilité des opérations américaines en Asie, mais a également laissé transparaître l'avancement des capacités spatiales chinoises. Ces deux évènements ont ravivé les spéculations quant au programme spatial chinois, engendrant même un dilemme sécuritaire dans la région. Les États-Unis ont également

---

<sup>45</sup> USA, Russie et Chine.

<sup>46</sup> ASAT: antisatellite.

<sup>47</sup> Il est toutefois connu que la Chine a adopté une stratégie formelle, l'*Integrated Network Electronic Warfare* (INEW) qui combine et précise des missions offensives d'attaque informatiques et électroniques.

<sup>48</sup> LABRECQUE Charles-Louis, BOURASSA Hugo, HERVOUET Gérard, « La puissance militaire de la Chine », Université Laval (Hautes Etudes Internationales), juin 2011, disponible à l'adresse suivante : [http://www.cms.fss.ulaval.ca/recherche/upload/hei/fichiers/modernisation\\_militaire\\_de\\_la\\_chine\\_1\\_1.pdf](http://www.cms.fss.ulaval.ca/recherche/upload/hei/fichiers/modernisation_militaire_de_la_chine_1_1.pdf) (consultée le 15 avril 2014).

<sup>49</sup> L'existence d'une arme ASAT est licite puisque le traité de 1967 (sur les principes régissant les activités des États en matière d'exploration et d'utilisation de l'espace extra-atmosphérique) n'interdit que le déploiement d'armes de destruction massive dans l'espace. Seule l'utilisation de celle-ci pose problème. En effet l'article 9 du traité prévoit que les États doivent notamment engager des consultations internationales avant d'entreprendre une activité ou une expérience qui causerait une gêne potentiellement nuisible aux activités d'autres États dans l'espace extra-atmosphérique (ici le tir ASAT causant la création de débris spatiaux). De plus l'article 11 prévoit que les États doivent également informer préalablement le secrétaire général de l'Onu, le public et la communauté scientifique internationale des activités qu'ils mènent dans l'espace extra-atmosphérique. Voir cours de droit international public - ULg - M. F. DEHOUZE (2014-2015). Notons que pour M. J. BECKA (analyste au Ministère tchèque du ministère de la Défense) la violation des traités spatiaux par la Chine ne constitue pas une tendance générale mais plutôt une exception (tirs ASAT en 2007 et 2010). Voir interview J. BECKA (6 juillet 2015).

procédé à leur propre test antisatellite en février 2008<sup>50</sup>, ce qui laissait présager les possibilités du début d'une course à l'armement spatial ainsi qu'une nouvelle concurrence militaire opposant Washington à Beijing.

Le gouvernement chinois a commenté son acte avec retard<sup>51</sup> se contentant de dire qu'il s'agissait d'un simple test sans aucune signification offensive.

Cet « essai » en 2007 a eu un impact sur le nombre de débris spatiaux<sup>52</sup>. Dans le contexte où les différentes puissances spatiales essaient de réduire le nombre de débris et d'en limiter la prolifération exponentielle, cet « essai » est un désastre « écologique spatial »<sup>53</sup> qui ne contribue pas à la gloire de la Chine, mais témoigne d'un manque flagrant de sens des responsabilités puisque c'est une entrave à la libre circulation dans l'espace (suite au tir, toute une gamme d'orbites basses deviennent indisponibles -y compris pour la Chine d'ailleurs-) et puisque cela peut perturber le fonctionnement des services spatiaux existants des autres puissances (télécoms, météo, navigation).

Selon toute vraisemblance la Chine aurait procédé à un second tir ASAT en janvier 2010<sup>54</sup> (l'armée chinoise aurait cette fois étiqueté cette activité d' « expérimentation antimissile »).

Le problème de la course aux armements dans l'espace ne date pas d'hier, les questions spatiales sont aussi débattues aux Nations Unies<sup>55</sup> dans le cadre des accords de

---

<sup>50</sup> L'US Navy n'est pas en reste, puisque depuis 2008, elle s'est dotée de son propre système de missiles antisatellites avec le RIM-161 Standard Missile 3, d'un coût unitaire variant entre 10 et 15 millions de dollars selon les modèles. Voir La rédaction d'E&R, « Chine/États-Unis : les prémisses d'une guerre froide spatiale », Egalité & Réconciliation, 17 octobre 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://www.egaliteetreconciliation.fr/Chine-Etats-Unis-les-premices-d'une-Guerre-froide-spatiale-20787.html> (consultée le 15 avril 2014).

<sup>51</sup> Ce qui soutient la thèse qu'il n'y a eu aucun arbitrage gouvernemental entre la position des militaires et celle des représentants du secteur spatial civil. L'APL (Armée Populaire de Libération) aurait agi seule avec l'appui du gouvernement mais sans préparation suffisante de ce dernier face aux conséquences diplomatiques de ce tir. En effet aucun argumentaire officiel n'était disponible au moment des faits ni au moment où les USA ont divulgué les faits sur la scène internationale... Voir BOREL Denis et SOURBÈS-VERGER Isabelle, *Un empire très céleste : La Chine à la conquête de l'espace*, éd. Dunod, 2008, p. 217.

<sup>52</sup> Cours ULg « Exploration spatiale » de M. G. Rauw dans le cadre du Master en Sciences Spatiales. Il est vraisemblable que ce tir militaire n'ait pas eu lieu en concertation avec la communauté civile spatiale chinoise, car elle s'y serait opposée puisque diplomatiquement ce tir nuit fortement à la crédibilité du pays. En effet après un tel désastre « écologique » comment justifier alors le rôle de la Chine au sein du Comité Interagences sur les Débris Spatiaux (IADC) ? Et comment justifier alors la position de la Chine promouvant au sein du Copuos la nécessité d'interdire toute forme d'activité « aggressive » dans l'espace si elle ne donne pas elle-même l'exemple ?

<sup>53</sup> 2 688 débris ont été répertoriés à la suite de cet incident. Voir Celestrak.com (selon les données du NORAD (North American Aerospace Defense Command), disponible à l'adresse suivante: <http://www.celesttrak.com/NORAD/elements/1999-025.txt> (consultée le 26 août 2015)).

<sup>54</sup> De NEVE Alain (chercheur au centre d'études de sécurité et défense), « Les programmes spatiaux russes et chinois : ambitions politiques, contraintes institutionnelles et dimension technologique », Institut Royal Supérieur de Défense, Sécurité et Stratégie n° 117, avril 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.irsd.be/website/images/livres/etudes/vs117.pdf> (consultée le 7 mai 2015).

désarmement:

La Chine considère que les instruments juridiques ne sont pas adaptés pour empêcher une course aux armements dans l'espace. C'est pourquoi elle a proposé à plusieurs reprises dès l'an 2000 la mise en place d'un Comité ad hoc pour la prévention d'une course aux armements dans l'espace extra-atmosphérique (Paros<sup>56</sup>) à la Conférence des Nations Unies sur le désarmement. La Chine maintient qu'il n'y a pas d'incohérence de principe entre son action en faveur d'un traité de désarmement dans l'espace dans un but de prévention de l'arsenalisation de l'espace et les tests qu'elle poursuit, il s'agit pour elle de réaliser une veille technologique « en attendant la conclusion d'un traité<sup>57</sup> ». Les États-Unis, eux, ont été et restent tout aussi résolus dans leur opposition à Paros. Il est fort probable que l'administration américaine continuera d'éviter tout accord qui puisse remettre en question ses projets de développement et de déploiement d'un système de défense de missiles.

En mai 2002, les délégations chinoise et russe ont conjointement présenté à la Conférence un document de travail dans l'espoir que les autres délégations étudient sérieusement, soutiennent et signent ce texte (proposition de traité). En septembre 2002, la Conférence sur le désarmement clôture sa session sans être parvenue à aucun accord. Nous en sommes toujours au même point en 2016.

Le point de vue des deux pays est d'ailleurs comparable concernant l'exploitation de l'hélium 3. Beijing et Moscou plaident régulièrement pour l'internationalisation de l'espace extra-atmosphérique et l'établissement de droits égaux permettant son exploration et son exploitation, ainsi que celles des étoiles et des autres planètes.

### ***Un programme spatial militaire offensif ou défensif ?***

Le programme spatial chinois, initié pour des considérations militaires<sup>58</sup>, comporte désormais plus que jamais une dimension stratégique prépondérante. Même si Beijing rappelle constamment le caractère pacifique et civil de son programme spatial, les liens avec les

---

<sup>55</sup> ACUTHAN Jayan Panthamakkada, « Le programme spatial chinois : compétition ou collaboration ? » dans Perspectives chinoises (n° 92), décembre 2005, disponible à l'adresse suivante : <http://perspectiveschinoises.revues.org/931> (consultée le 15 avril 2014).

<sup>56</sup> « Prevention of an Arms Race in Outer Space », United Nations, 10 December 1996, disponible à l'adresse suivante : <http://www.un.org/documents/ga/res/51/a51r044.htm> (consultée le 15 avril 2014).

<sup>57</sup> Pour rappel il ne faut pas confondre militarisation et arsenalisation de l'espace, la première est à des fins défensives, la seconde à des fins offensives . Voir LEFEBRE Jean-Luc, *Stratégie spatiale. Penser la guerre des étoiles*, une vision française, éd. Esprit du livre, 30 juin 2011, p. 159.

<sup>58</sup> LABRECQUE Charles-Louis, BOURASSA Hugo, HERVOUET Gérard, « La puissance militaire de la Chine », Université Laval (Hautes Etudes Internationales), juin 2011, disponible à l'adresse suivante : [http://www.cms.fss.ulaval.ca/recherche/upload/hef/fichiers/modernisation\\_militaire\\_de\\_la\\_chine\\_1\\_1.pdf](http://www.cms.fss.ulaval.ca/recherche/upload/hef/fichiers/modernisation_militaire_de_la_chine_1_1.pdf) (consultée le 15 avril 2014).

applications militaires sont concrets et bien réels et servent directement les capacités chinoises « de conduire une guerre asymétrique contre les États-Unis ».

La Chine -à condition de renoncer à certaines orbites pour elle-même- pourrait délibérément détruire les satellites adverses afin d'en augmenter le nombre de débris (tablant sur un phénomène de réaction en chaîne) pour rendre une vaste zone spatiale inutilisable à un adversaire doté d'une supériorité spatiale (ex : USA) : c'est la notion d'« interdiction spatiale » dans le cadre d'une stratégie en dernier ressort « du faible au fort<sup>59</sup> ».

Les avis divergent toutefois quant à la portée de la modernisation du programme spatial de la Chine :

- une première lecture perçoit le développement des capacités spatiales de la Chine comme une acquisition de capacités offensives venant menacer directement les intérêts américains contrignant ces derniers à s'engager dans une coûteuse course aux armements spatiaux afin de préserver leur supériorité. En effet les USA -marqués par leur propre histoire- ont crédité la Chine d'une ambition militaire identique à la leur<sup>60</sup> ;
- un second point de vue perçoit plutôt cette évolution comme un signe du développement de capacités défensives destinées à dissuader toute action militaire des États-Unis en périphérie du territoire chinois, notamment dans le détroit de *Taiwan* et que rien ne sert aux États-Unis de s'engager dans un tel scénario. Le second point de vue semble avoir été retenu par les administrations BUSH et OBAMA<sup>61</sup> et rien n'indique qu'une course aux armements de l'espace est d'ores et déjà enclenchée.

Cependant ceci n'a pas affecté l'équilibre des forces entre Washington et Beijing<sup>62</sup>.

Selon Isabelle SOURBÈS-VERGER et Denis BOREL, tous deux spécialistes de la politique spatiale de la Chine, la vision d'une Chine belliqueuse à propos de l'espace « repose clairement sur un certain nombre d'idées reçues tenant en partie à la vision que les États-Unis ont eux-mêmes de la valeur stratégique de l'espace ». Elle néglige du même coup les particularités de l'espace chinois, y compris dans sa dimension symbolique

<sup>59</sup> LEFEBRE Jean-Luc, *Stratégie spatiale. Penser la guerre des étoiles*, une vision française, éd. Esprit du livre, 30 juin 2011, p. 196. Interdiction spatiale (ou *Space denial* en anglais) : « action d'empêcher l'utilisation d'une zone de l'espace extra-atmosphérique en l'encombrant par exemple de débris ». Voir *ibid.* p. 364.

<sup>60</sup> Après la chute de l'URSS la grille de lecture de l'analyse stratégique américaine sur les capacités spatiales chinoises est peut-être basée sur la recherche d'un adversaire potentiel. De plus pour les USA, le secteur spatial est un garant de la sécurité nationale donc tout développement étranger est d'office perçu comme une menace potentielle. Le déficit d'informations provenant en direct de la Chine (et en particulier l'absence de déclaration officielle sur le budget spatial) favorise cette exagération. Ce budget serait inavouable et soumis au contrôle strict de l'Armée Populaire de Libération. Ce raisonnement semble plutôt soutenir une opinion déjà faite.

<sup>61</sup> M. Jan BECKA spécialiste des renseignements au sein du Ministère de la Défense tchèque pense que le tir chinois constitue davantage un acte mu par des raisons techniques que politique (interview du 6 juillet 2015).

<sup>62</sup> Par exemple, les Chinois n'ont pas acquis un nouvel avantage définitif, ils ont certes démontré l'avancement de leurs technologies, mais au niveau militaire, par exemple, ils ont juste démontré qu'ils peuvent atteindre un satellite sur une orbite basse, soit à moins de 1 000 km de hauteur, alors que la plupart des satellites d'utilité militaire se situent à une orbite haute, soit à plus de 30 000 km du sol, et rien n'est certain que la Chine maîtrise cette capacité.

nationale (prestige international). Selon ces auteurs, l'analyse de la part des dépenses spatiales par rapport au produit national brut (PNB) montre que l'effort spatial chinois est modéré par rapport à ses ressources. L'augmentation du budget au cours des années existe certes<sup>63</sup>, cependant elle est nulle par rapport à la croissance du PNB, dès lors on ne peut pas vraiment déceler un budget énorme dédié à des fins militaires et parler de menace semble donc exagéré.

Ces mêmes auteurs, Isabelle SOURBÈS-VERGER et Denis BOREL, décrivent le point de vue de certains pays au sujet du programme spatial chinois :

- selon les Russes et les Japonais, le but du programme spatial chinois n'est pas militaire. Au contraire ayant bien étudié ce programme ils en viennent même à douter de son succès ;
- selon les Russes, c'est le PNB par habitant qui compte ainsi que les inégalités croissantes et l'importance des zones de pauvreté. Alors que l'Occident voit la Chine comme un concurrent potentiel avec un énorme potentiel de croissance, les Russes considèrent que le fossé technologique entre la Chine et les puissances spatiales avancées reste élevé et que le développement de compétences techniques nationales chinoises prend un temps exagérément long. Les chinois voudraient juste affirmer leur puissance nationale par le biais de leur programme spatial. La collaboration russe-chinoise s'explique par un point commun : la relation avec les États-Unis.
- selon les Japonais, les ambitions spatiales chinoises sont basées sur l'accès aux ressources économiques (énergie), la volonté d'indépendance nationale et l'accroissement des exportations en Asie<sup>64</sup>. Toujours selon eux, il n'y aura pas de menace militaire chinoise tant qu'il n'y aura pas de transfert de technologie significatif de l'Occident.
- l'Europe ne craint pas le secteur spatial chinois militaire. Au contraire, elle désire collaborer avec la Chine car elle craint de perdre un client potentiel. Le pire serait de voir la Chine tellement bien réussir qu'elle deviendrait alors une alternative à l'Europe.

Selon moi la croissance économique chinoise avantage certains citoyens aux dépens d'autres de manière assez inégale. La Chine montre encore de sérieux éléments de faiblesse (par exemple la pauvreté surtout dans les zones rurales, ...) de nature à menacer la stabilité du régime. Dès lors, la priorité des dirigeants chinois se doit de soutenir cette

<sup>63</sup> Il ne s'agit que d'estimations puisque le montant total des dépenses annuelles au niveau du secteur spatial est inconnu (peut-être parce que ce budget n'est pas clairement identifié sous cette rubrique dans les dépenses de l'État...).

<sup>64</sup> Une image positive concernant la haute technologie permet non seulement la vente de services de lancement de satellites à des prix attrayants mais surtout l'exportation de produits technologiques chinois à vocation générale au détriment de produits japonais.

croissance mais en la répartissant plus équitablement. Je pense que le secteur spatial chinois vient d'abord en support de l'économie nationale afin d'assurer prioritairement la pérennité du régime. La puissance se décline d'abord au niveau politique (l'économie étant à son service) puis ensuite seulement au niveau militaire.

### ***Quelle forme de puissance militaire la Chine désire-t-elle alors soutenir par le biais de son secteur spatial ?***

Selon moi la démarche chinoise n'est pas une tentative d'arsenalisation militaire à long terme de l'espace (même si cela est *in fine* inéluctable pour toutes les puissances spatiales) car cela suppose des investissements lourds incompatibles avec les revendications sociales liées à la croissance économique, revendications que Beijing ne pourra ignorer indéfiniment. Les armes ASAT visent juste à empêcher les USA de déployer leurs forces sur un théâtre distant<sup>65</sup> -pensons en particulier à Taïwan- (stratégie militaire de déni d'accès) et non à soutenir un conflit<sup>66</sup> de longue durée avec eux.

De plus les financements étant limités et la Chine étant d'abord une puissance régionale, priorité devrait être donnée aux besoins militaires classiques encore insatisfaits (par exemple en avions et/ou navires) plutôt qu'aux systèmes spatiaux à vocation militaire internationale. En outre la Chine ne veut pas reproduire les erreurs commises par l'Union Soviétique à savoir l'affectation d'une part trop importante des ressources nationales au secteur de la défense, et la doctrine de défense chinoise ne justifie en rien des investissements exceptionnels (même si la question de Taïwan demeure sensible et délicate).

#### **3.2.3 Le coût humain du programme spatial chinois**

La Chine persiste à utiliser son pas de tir de Xichang (province du Sichuan) alors qu'il présente des contraintes qui seraient incompatibles avec les normes de sécurité occidentales. En effet :

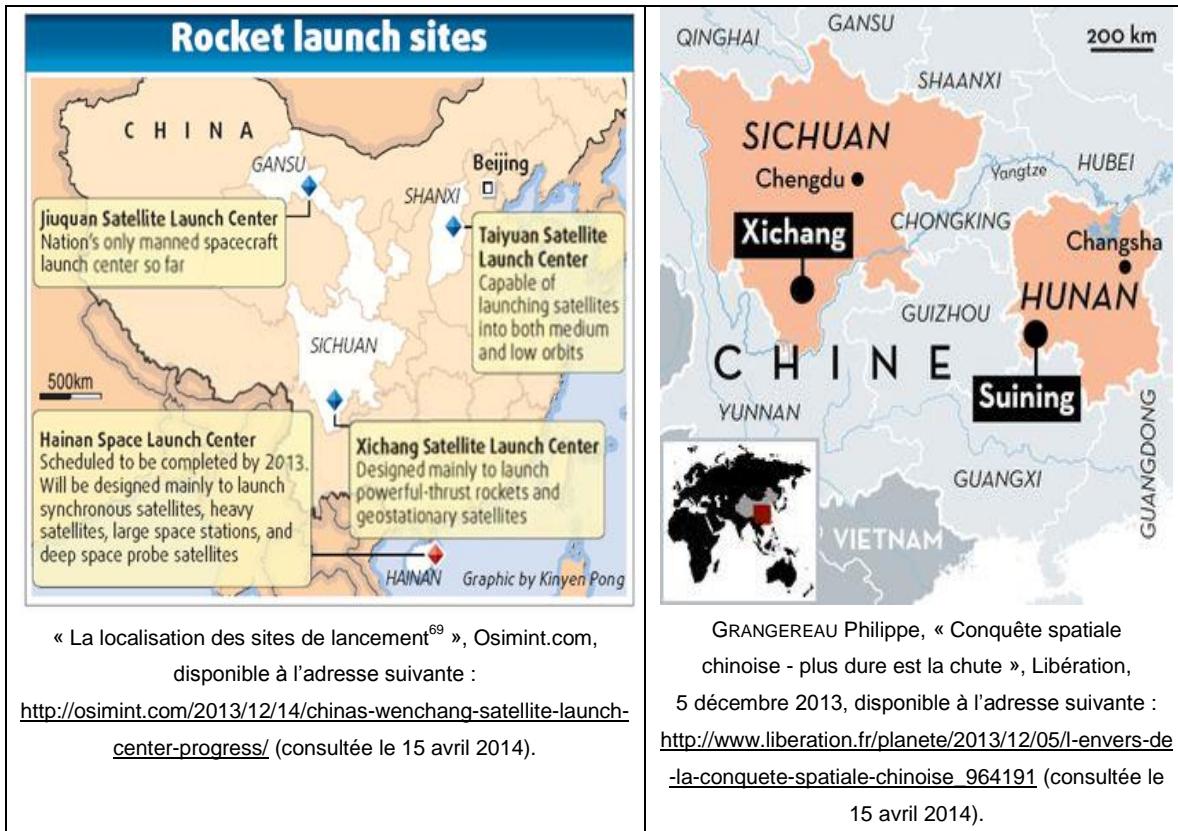
- le 1<sup>er</sup> étage des fusées retombe au cœur de la province voisine de Guizhou en un endroit peu peuplé tandis que le 2<sup>ème</sup> étage retombe dans le détroit de Taïwan. Mais ce n'est pas le seul endroit ;

---

<sup>65</sup> Leur déploiement serait régional et non généralisé. En effet on voit mal la Chine détruire l'ensemble des satellites américains (il faudrait les identifier tous, en connaître leurs orbites et avoir suffisamment d'armes ASAT). La menace des armes ASAT chinoises est selon moi exagérée. Le potentiel militaire américain est largement supérieur à celui de la Chine en cette matière.

<sup>66</sup> La Chine n'a aucun intérêt à prendre le risque d'entrer en conflit armé avec les USA, sa priorité est de soutenir son régime politique via sa croissance économique.

- les débris de moteurs de fusée tombent presque systématiquement sur une dizaine de cantons habités située dans le district de Suining de la province du *Hunan* (la zone de « drop » de 700 km<sup>2</sup> prévue par les ingénieurs)<sup>67</sup>. Depuis 1990, des dizaines de débris, pesant jusqu'à plusieurs centaines de kilos, se sont écrasées de manière aléatoire sur ces villages, dévastant d'innombrables maisons et tuant au moins une personne<sup>68</sup> ;



- en 1996 six personnes sont mortes près de Xichang suite aux débris lors du lancement du satellite Intelsat 708<sup>70</sup> produit par la société américaine Loral. il est étrange de constater que la route de 8 km qui relie le pas de tir au centre de mission est bordée d'habitations de cultivateurs<sup>71</sup>, le choix de la localisation du site prête à discussion.

<sup>67</sup> GRANGERAU Philippe, « Conquête spatiale chinoise - plus dure est la chute », Libération, 5 décembre 2013, disponible à l'adresse suivante : [http://www.liberation.fr/planete/2013/12/05/l-envers-de-la-conquete-spatiale-chinoise\\_964191](http://www.liberation.fr/planete/2013/12/05/l-envers-de-la-conquete-spatiale-chinoise_964191) (consultée le 15 avril 2014).

<sup>68</sup> Ces pertes en vies humaines sont plus spécifiques à la Chine puisque l'Inde procède à des lancements au-dessus de l'océan Indien, lesquels ne retombent donc pas sur une population locale. Voir interview de M. Théo PIRARD, rédacteur du journal *Wallonie Espace Infos* (12 avril 2016).

<sup>69</sup> Pour plus de détails voir l'annexe 11.

<sup>70</sup> ZAK Anatoly, « Disaster at Xichang - An eyewitness speaks publicly for the first time about history's worst launch accident », Air & Space Smithsonian, 1<sup>er</sup> février 2013, disponible à l'adresse suivante :

<http://www.airspacemag.com/history-of-flight/disaster-at-xichang-2873673/?no-ist=> (consultée le 28 juillet 2015).

<sup>71</sup> Ceux-ci ayant refusé une proposition d'expropriation selon M. Théo PIRARD. Voir interview de M. Théo PIRARD, rédacteur du journal *Wallonie Espace Infos* (12 avril 2016).

Au risque de me répéter, le manque de sens de responsabilité dont fait preuve la Chine quant à la gestion des débris dans l'espace (« essai » d'arme antisatellite de 2007, voir l'annexe 11) pourrait causer indirectement des dommages non seulement aux engins en orbite non directement ciblés à savoir les autres satellites mais aussi aux engins spatiaux habités avec des conséquences potentiellement mortelles pour leurs équipages (le récent film *Gravity* n'est pas que du cinéma, il expose les risques que font courir les déchets spatiaux<sup>72</sup>).

L'Union européenne a lancé un projet de code de conduite spatial<sup>73</sup> traitant notamment des activités nuisibles dans l'espace et donc indirectement des déchets spatiaux.

Les militaires spécialement chargés de récupérer les morceaux de fusée, largués au rythme de 20 fois par an sur Suining, ont accordé aux propriétaires des maisons des indemnisations guère généreuses de 600 et 1 500 € respectivement, selon la presse locale. Un professeur de l'université Beihang de Beijing, Ren ZILI, s'est apitoyé sur la maigreur de ces dédommagements, proposant que l'Etat leur accorde au moins une assurance en bonne et due forme.

Zhang ZANBO, un journaliste chinois qui a consacré en 2009 un documentaire au sort peu enviable des habitants de Suining, a recueilli le témoignage d'un instituteur, Liu RONGXI, dont la fille d'une vingtaine d'années a été tuée par un débris de moteur-fusée qui lui a fracassé le crâne. Les militaires, expliquait-il, ne lui ont laissé « qu'un peu d'argent » en guise d'indemnisation<sup>74</sup>. L'assurance existe bel et bien mais l'indemnité est d'un montant ridicule!

Personne ne sait précisément combien d'habitants de Suining ont été blessés ou tués par les morceaux de fusées depuis 1990. Il est toutefois certain que les autorités font tout pour cacher le bilan. Peu après la mort de sa fille, l'instituteur Liu RONGXI dit avoir entendu à la télévision officielle un annonceur qui assurait que « personne à Suining n'avait jamais été blessé ou tué par les chutes de débris » : « De toute ma vie, jamais je me suis mis autant en colère qu'en entendant ça ! » s'exclame l'instituteur.

<sup>72</sup> 17 000 objets ont été identifiés par les USA: 22 % sont des satellites, 12 % des débris de fusées, 10 % des objets liés à des missions spatiales, 56 % de divers fragments (41 % avant le test d'arme anti satellite du 11 janvier 2007). Voir BRACHET Gérard, « The Safety and Security of Space Activities », Académie Air Espace, 19 mars 2014, disponible à l'adresse suivante: <http://www.academie-air-espace.com/ressources/detail.php?varRes=226&eventID=> (consultée le 15 avril 2014).

<sup>73</sup> CHOW Tiffany, « Draft International Code of Conduct for Outer Space Activities Fact Sheet », Secure World Foundation, May 2013, disponible à l'adresse suivante: [http://swfound.org/media/83247/icoc\\_factsheet\\_may2013.pdf](http://swfound.org/media/83247/icoc_factsheet_may2013.pdf) (consultée le 15 novembre 2014). Ce code de conduite a été refusé tel quel par les USA, le Japon et l'Australie (au prétexte de limitation potentielle des activités militaires et de renseignement dans l'espace), cependant ces pays veulent l'utiliser comme base de discussion afin de créer un nouveau texte ayant le même objet et objectif (la sécurité dans l'espace).

<sup>74</sup> GRANGERAU Philippe, « Conquête spatiale chinoise - plus dure est la chute », Libération, 5 décembre 2013, disponible à l'adresse suivante : [http://www.liberation.fr/planete/2013/12/05/l-envers-de-la-conquete-spatiale-chinoise\\_964191](http://www.liberation.fr/planete/2013/12/05/l-envers-de-la-conquete-spatiale-chinoise_964191) (consultée le 15 avril 2014).

Des solutions alternatives existent mais coûtent plus cher.

La Chine, qui lance principalement des satellites commerciaux étrangers de son pas de tir de Xichang, actuellement au rythme d'une vingtaine par an, possède au moins deux autres sites de lancement qui ne présentent presque aucun risque pour les populations environnantes. Jiuquan, situé dans le désert du Gobi, et Wenchang, sur l'île méridionale de Hainan (mais ce dernier, exclusivement dédié à l'exploration spatiale humaine, est opérationnel depuis seulement fin 2015). Mais il est sans doute plus coûteux d'acheminer les fusées sur ces sites relativement éloignés, et la marche forcée de Beijing vers l'espace n'attend pas<sup>75</sup>.

### 3.2.4 Raisons d'être du programme spatial de la Chine

Tout comme les programmes spatiaux similaires d'autres pays, le programme *Shenzhou* a soulevé des questions quant à savoir si la Chine doit dépenser de l'argent dans un programme spatial habité, en faisant valoir que ces ressources seraient mieux dirigées ailleurs<sup>76</sup>. La Chine répond que le programme se justifie pour les raisons suivantes :

- le destin à long terme de l'humanité réside dans l'exploration de l'espace, la Chine ne doit pas être laissée pour compte ;
- ce programme va catalyser le développement de la science et de la technologie en Chine ;
- le prestige résultant de cette capacité va augmenter la stature de la Chine dans le monde.

Selon le dernier Livre blanc chinois sur les activités spatiales (versions 2000 et 2006), les buts établis dans le cadre du développement de son programme spatial sont d'explorer l'espace extra-atmosphérique, d'améliorer les connaissances de la Terre et du Cosmos, de répondre à la demande du développement économique, scientifique et technologique, de répondre aux besoins de la sécurité nationale et du progrès social, d'améliorer la scientificité du peuple chinois, de protéger les intérêts nationaux et les droits de la Chine et finalement de participer à la construction d'une force nationale. Toutefois, selon plusieurs spécialistes, le programme spatial chinois se résume aujourd'hui à trois principaux objectifs : militaire,

<sup>75</sup> N'oublions pas les nombreux drames préalables à l'entrée de la Chine en tant que puissance spatiale, comme la mort du cosmonaute KOMAROV à bord de son *Soyouz* ou l'explosion de la navette Challenger en 1986, sans oublier la petite chienne Laïka, sacrifiée à bord de *Spoutnik 2*. La Chine n'est donc pas la seule puissance spatiale à payer le prix de son succès en termes de vies humaines.

<sup>76</sup> En effet, deux programmes de vols spatiaux habités antérieurs, l'un au milieu des années 1970 et l'autre dans les années 1980 ont été annulés à cause de leurs coûts importants.

économique<sup>77</sup> et symbolique et tel que l'indique Isabelle SOURBÈS-VERGER, la question est principalement de savoir quel est le poids respectif accordé à chacun<sup>78</sup>.

Force est de reconnaître les réalisations impressionnantes du programme spatial chinois vu l'état particulièrement pitoyable du secteur spatial à ses débuts et les tourments tant politiques qu'économiques que traversa le pays. Tout au long de l'histoire de la Chine communiste le secteur bénéficia du soutien sans faille des dirigeants chinois (à des degrés variable certes) car ceux-ci étaient conscients des bénéfices en terme d'image en politique intérieure et étrangère (tant pour le pays qu'à des fins personnelles). La notion de *soft power* est indissociable du support accordé au secteur.

Outre les avantages militaires issus du programme spatial chinois, Beijing, tout comme Washington et Moscou l'ont fait au début de la Guerre froide, retire également un prestige considérable de ses récents succès spatiaux. Ce qui, dans une certaine mesure, renforce la légitimité du PCC (maintien de la cohésion interne), lui accorde un certain prestige sur la scène internationale, tout en entérinant l'image de succès du modèle de développement économique chinois et en assurant sa sécurité.

#### Le programme spatial chinois : compétition ou collaboration ?

- compétition économique: certainement mais ceci n'empêche pas une collaboration scientifique notamment avec l'Esa ;
- compétition militaire: très probablement.

<sup>77</sup> Force est de reconnaître que le secteur spatial (et ceci est valable pour toutes les puissances spatiales) se caractérise par un perpétuel déficit de produits dérivés (faible commercialisation de technologies dans l'économie). Ceci étant dit le secteur occupe du personnel lequel investit dans l'économie et la fait fonctionner. De plus la Chine commercialise ses lancements à l'étranger (voir l'annexe 23 sur la Chine) et le secteur spatial joue un rôle de modernisation de l'économie. La croissance économique permettant à son tour le développement de la recherche scientifique (notamment en science spatiale).

<sup>78</sup> LABRECQUE Charles-Louis, BOURASSA Hugo, HERVOUET Gérard, « La puissance militaire de la Chine », Université Laval (Hautes Etudes Internationales), juin 2011, disponible à l'adresse suivante : [http://www.cms.fss.ulaval.ca/recherche/upload/hei/fichiers/modernisation\\_militaire\\_de\\_la\\_chine\\_1\\_1.pdf](http://www.cms.fss.ulaval.ca/recherche/upload/hei/fichiers/modernisation_militaire_de_la_chine_1_1.pdf) (consultée le 15 avril 2014).

### 3.3 Approche comparée Inde – Chine

#### 3.3.1 Ressemblances

##### *Le contenu des programmes spatiaux*

Au niveau du contenu des programmes spatiaux, l'inde et la Chine sont en compétition pour l'exploration robotique de la Lune (2016, 2017) et de Mars (2018).

##### *L'espace civil : outil de gestion et de protection du territoire*

Avec une population de plus d'un milliard d'êtres humains, l'Inde talonnant la Chine du point de vue démographique, l'espace dit « utile » revêt son importance pour les deux pays.

En effet les satellites sont des outils clefs pour une gestion bien ordonnée du territoire, des ressources, de l'urbanisme, de l'agriculture...

La dimension spatiale pour les télécommunications et pour l'analyse des dégâts se révèle indispensable dans le cadre de la gestion des risques. En effet la menace pour cette population soit d'un séisme soit d'un cyclone, avec les risques d'inondations et de feux de forêts doit être sous contrôle.

##### *Le soutien de l'armée*

Comme toutes les nations spatiales, les programmes spatiaux sont soutenus par l'armée<sup>79</sup> c.-à-d. l'expression par excellence du concept de *hard power*<sup>80</sup>. Dans les deux pays le complexe spatio-industriel est composé d'entreprises soit 100% publiques soit mixtes mais sous contrôle étatique. Sans surprise le secteur privé est peu intéressé par le secteur spatial dans les deux pays pour des raisons identiques : investissements lourds et rentabilité relative<sup>81</sup>.

<sup>79</sup> En Chine les grandes entreprises d'État en charge de la « production spatiale » (création des fusées et des satellites) dépendent du Conseil d'Etat. L'Académie des Sciences gère la coopération scientifique internationale, les sciences spatiales et l'espace habité. L'Armée quant à elle gère les bases et le contrôle des moyens de lancement. Il faut donc relativiser le contrôle de l'armée, on peut donc difficilement affirmer que le secteur militaire a un rôle pilote dans la mise en œuvre de la stratégie spatiale du pays. Les plus gros employeurs de l'industrie spatiale chinoise (+- 160 000 personnes) sont localisés à Beijing et Shangaï. Cependant la création de bases de lancement liées au lanceur « longue marche » a favorisé le développement d'industries dans les provinces centrales de Shaanxi, Sichuan, Shanxi et Gansu. Voir BOREL Denis et SOURBÈS-VERGER Isabelle, Un empire très céleste : La Chine à la conquête de l'espace, éd. Dunod, 2008, p. 120.

<sup>80</sup> D'ailleurs vu du ciel les porte-avions chinois portent sur leur rampe de lancement le texte suivant : 富国强兵 c.-à-d. « un pays riche avec une armée forte ».

<sup>81</sup> L'industrie spatiale nécessite des investissements lourds à long terme que seul l'État peut supporter, les moyens spatiaux offrent peu de produits dérivés offrant un retour financier clair, les satellites et fusées sont produits en nombre assez limités. De plus, comme dans tous les pays presque toute la clientèle des activités spatiales est composée des États (à l'exception des opérateurs télécoms). Tout ceci n'est pas de nature à enthousiasmer le secteur privé. En conséquence cela rend d'autant plus difficile la recherche de sources de financement autres qu'étatiques.

### *Un programme spatial avant tout pragmatique*

Dans les deux pays les investissements sont pragmatiques c.-à-d. qu'ils sont en lien avec l'état de développement du pays (même la Chine est obligée de procéder à des arbitrages dans le cadre de ses dépenses liés à l'espace « de prestige »).

Le programme spatial des deux pays est certes important mais ne bénéficie pas d'une priorité exceptionnelle.

Pour l'Inde et la Chine, l'intérêt pour l'Espace est d'abord lié aux besoins du développement économique et politique (*soft power*) du pays<sup>82</sup>. Le fait de rattraper les puissances développées<sup>83</sup> dans un domaine qui reste vu comme celui du futur montrerait que l'objectif est atteint. De ce point de vue, l'exploration spatiale est un champ d'activité incontournable dès lors qu'il s'inscrit dans les priorités nationales : acquisition et reconnaissance de compétences dans des domaines de technologies de pointe, participation à la vie scientifique internationale, présence dans la conquête d'un nouveau monde et surtout pour la Chine, revanche par rapport à l'effacement forcé des 19<sup>ème</sup> et 20<sup>ème</sup> siècles<sup>84</sup>.

L'Inde tout comme la Chine n'est plus tenue par les impératifs du sous-développement et peut dès lors prétendre tenir sa place dans l'exploration spatiale en tant que nation moderne. Les investissements spatiaux n'ont été critiqués ni en Inde, ni en Chine (difficilement critiquable dans un régime dictatorial) car il est justifié dans les deux pays par son caractère stratégique et ses retombées sociales même si la commercialisation de lancements de satellites par l'État est limitée à quelques clients, les activités réalisées sont considérées comme relevant de l'intérêt national. Celles-ci permettent aux deux pays d'assurer dans leur industrie aéronautique et spatiale un certain niveau d'emploi et un niveau de compétence technique leur conférant un certain degré d'autonomie.

Les deux pays se basent sur des solutions techniques conçues lors de la seconde moitié de la guerre froide, donc non innovantes. Les deux pays privilégient l'efficacité à l'amélioration technologique principalement pour des raisons budgétaires.

---

<sup>82</sup> Ceci est confirmé par le plan quinquenal des deux pays (le plan 2011-2016 pour la Chine et le plan 2012-2017 pour l'Inde). Voir AL-EKABI Cenan, « Space Policies, Issues and Trends in 2012-2014 », ESPI (European Space Policy Institute) Report 49, November 2014, disponible à l'adresse suivante: [http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI\\_Report\\_49.pdf](http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI_Report_49.pdf) (consultée le 12 août 2015).

<sup>83</sup> Les États-Unis pensent retourner sur la Lune tandis que les Chinois pensent à y aller pour la première fois...

<sup>84</sup> SOURBÈS-VERGER Isabelle et PASCO Xavier, « Exploration spatiale et coopération internationale », Centre d'analyse stratégique, 11 octobre 2011, disponible à l'adresse suivante : [http://www.planete-mars.com/wp-content/uploads/2011/10/cas\\_rapp\\_espace\\_complement\\_2\\_exploration\\_spatiale.pdf](http://www.planete-mars.com/wp-content/uploads/2011/10/cas_rapp_espace_complement_2_exploration_spatiale.pdf) (consultée le 15 avril 2014).

Les deux pays bénéficient d'un soutien politique fort des pouvoirs publics dans une stratégie de développement socio-économique. Le secteur spatial est aussi un levier diplomatique utile aux politiques étrangères de ces pays. La coopération internationale sert les buts politiques de ces deux puissances spatiales.

### ***La coopération internationale au niveau technologique***

Le premier partenaire de l'Inde est la Russie<sup>85</sup>, ce fut également le cas de la Chine. Les deux pays ont été déçus par la Russie en ce sens que les choix technologiques russes ont été considérés comme des freins à la réalisation autonome de leurs programmes spatiaux respectifs :

- L'échec de *Phobos-Grunt* en 2012 pousse les Chinois à procéder seuls à une exploration robotique de la Lune en 2017 (sonde *Chang'e-4*)
- Les choix technologiques russes<sup>86</sup> ont poussé les Indiens à procéder seul à une exploration robotique de la Lune en 2016 ou 2017 (*Chandrayaan-2*).

Au niveau des accords spatiaux internationaux, l'Inde fait partie de la Copuos comme membre fondateur en 1958, la Chine en fera partie en 1981<sup>87</sup>. L'Inde signe l'accord sur l'exploitation des corps célestes et de la Lune de 1979, pas la Chine, cependant l'Inde ne ratifie pas cet accord, ce qui rend sa signature presque caduque. Les deux pays ne renoncent donc pas fondamentalement à l'Hélium 3 s'il devenait exploitable (on peut le sous-entendre pour l'Inde puisque la sonde *Chandrayaan-1* comprenait des capteurs destinés à détecter cette substance).

Les deux pays cherchent à acquérir l'autonomie spatiale (notamment dans un cadre militaire surtout lié à l'observation de la Terre donc des armées adverses<sup>88</sup>) tout en désirant coopérer dans des projets internationaux leur permettant d'intégrer des technologies étrangères et d'être reconnus comme partenaires à part entière (grâce à un développement de niches de compétences dans le cas de l'Inde). Les deux pays désirent affirmer leurs compétences scientifiques et souhaitent à ce titre participer à des coopérations internationales prestigieuses.

---

<sup>85</sup> L'inde et la Russie sont « en relation spatiale » depuis près de 35 ans. Un accord-cadre a été signé avec la Russie en 2007 pour une période de 10 ans et un accord stratégique a été signé en 2010.

<sup>86</sup> Voulant augmenter la taille du *lander* (atterrisseur) suite à l'échec de *Phobos-Grunt* en 2012.

<sup>87</sup> L'intégration de la Chine dans le Copuos -profitant de ses capacités spatiales (lanceurs et satellites, voir l'annexe 10)- ira de pair avec sa reconnaissance sur la scène internationale aux dépens de Taïwan.

<sup>88</sup> Cela recouvre aussi la détection de missiles adverses depuis l'espace et l'écoute électronique.

Les deux pays veulent limiter leur budget spatial (notion d' « enveloppe raisonnable »). L'achat de technologie est même souhaité s'il représente une économie de temps. Cependant la Chine est plus connue pour un autre moyen d'acquérir la technologie : l'espionnage industriel. L'Inde devrait en théorie avoir moins besoin de recourir à cette méthode puisqu'elle bénéficie déjà d'un accord de coopération concret avec les USA (portant sur l'exploration de Mars depuis septembre 2014<sup>89</sup>). Quoi qu'il en soit les deux pays ont dès le début -dans le cadre de leur désir d'autonomie- voulu s'affranchir d'une potentielle tutelle japonaise<sup>90</sup>.

Les deux pays cherchent à développer l'aspect commercial de leurs activités spatiales (lancement de satellites étrangers), cependant la Chine y tient particulièrement vu son désir d'autofinancement de ses activités spatiales.

Dans la pratique, les populations indiennes et chinoises se préoccupent plus des conditions de vie sur Terre et du développement durable redonnant d'abord aux technologies spatiales un aspect « simplement » applicatif.

### *Le statut de grande puissance*

Les deux pays recherchent symboliquement le statut de grande puissance mais il existe d'autres domaines qui à plus court terme confèrent ce même statut avec une rentabilité accrue : les biotechnologies et le génie génétique par exemple. La politique est avant tout une question de choix en termes de priorités nationales.

Le statut de puissance spatiale (un élément parmi d'autres vers le chemin de grande puissance) peut être atteint par le prestige (*soft power*) conféré par l'obtention de l'autonomie dans le secteur spatial.

### **3.3.2 Différences**

#### *Le contenu des programmes spatiaux*

Au niveau du contenu des programmes spatiaux, seule la Chine a pour projet la création d'une station spatiale propre (2022) et un voyage habité sur la Lune (2025)<sup>91</sup>.

---

<sup>89</sup> Faisant suite à l'accord de coopération spatiale de Janvier 2014 (*Next Steps in Strategic Partnership*).

<sup>90</sup> DE NEVE Alain, « L'espace et les politiques de sécurité et de défense : perspectives d'une approche duale pour la Belgique », Institut Royal Supérieur de Défense, Sécurité et Stratégie n° 87, 2004, disponible à l'adresse suivante : [http://www.irsde.be/website/images/livres/etudes/VS\\_087.pdf](http://www.irsde.be/website/images/livres/etudes/VS_087.pdf) (consultée le 10 août 2015).

<sup>91</sup> Pour un résumé comparatif des programmes spatiaux respectifs de l'Inde et de la Chine, voir l'annexe 18.

Le tableau suivant détaille les compétences techniques par pays et démontre que l'Inde n'a pas encore les moyens technologiques pour se lancer dans un programme habité d'exploration lunaire.

	Chine	Inde
<b>Vol habité autonome</b>	Partiellement développé	Non développé
<b>Rendez-vous</b>	Complètement développé	Non développé
<b>Amarrage</b>	Complètement développé	Non développé
<b>Sortie extravéhiculaire (EVA)</b>	Complètement développé	Non développé
<b>Navigation en orbite lunaire</b>	Partiellement développé	Complètement développé
<b>Télémétrie lunaire</b>	Partiellement développé	Complètement développé
<b>Lanceur adapté</b>	Partiellement développé	Non développé
<b>Sites de lancement</b>	Complètement développé	Complètement développé
<b>Atterrisseur (rover)</b>	Partiellement développé	Complètement développé
<b>Capsule de rentrée</b>	Partiellement développé	Non développé

ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG editions, July 2015, p. 113.

### *La symbolique, la mythologie et l'histoire*

Contrairement à l'Inde, la Chine recourt à la mythologie pour décrire différents aspects de son programme spatial et justifie son programme spatial par des raisons de continuité historique. Ceci a notamment pour but d'obtenir un soutien massif de la population chinoise à ce programme, ce qui par voie de conséquence consoliderait le régime politique en place.

Je pense tout comme Marco ALIBERTI<sup>92</sup> que si la Chine se lance dans l'exploration humaine du sol sélène elle enverra non pas un mais une taïkonaute sur la Lune pour des raisons symboliques liées à la mythologie chinoise d'une part (voir également l'annexe 24) et pour des raisons de prestige international (*soft power*) d'autre part.

En effet la taïkonaute représenterait la fille de la déesse de la Lune *Chang'e* dans le cadre de la continuité historique et restaurant de ce fait la grandeur de la nation<sup>93</sup> (« souillée par la domination occidentale pendant un siècle »). Sur les douze astronautes américains ayant foulé le sol lunaire (ce qui pour rappel n'a jamais été le cas des Russes), aucun n'est une femme, la Chine corrigera cette erreur, ce serait une première mondiale. L'atterrissement par l'homme sur la face cachée de la Lune serait une autre première mondiale.

<sup>92</sup> ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG editions, July 2015, p. 54.

<sup>93</sup> Le terme employé est *great rejuvenation*. Si ce projet réussi on ne parlera même plus de la restauration du royaume central mais du royaume céleste. *Ibid.*

Alexeï Leonov, cosmonaute russe et premier homme à réussir une sortie extravéhiculaire dans l'espace (en 1965) pense d'ailleurs que la Chine sera effectivement le deuxième pays à se poser sur la Lune<sup>94</sup>.

### *Le statut de puissance spatiale*

M. Alain DE NEVE de l'Institut Royal Supérieur de Défense<sup>95</sup> procède à une classification des acteurs spatiaux selon leur rang en termes de puissances spatiales. Il l'établit comme suit :

- Les puissances de premier rang sont les USA, la Russie et la Chine. Ces pays maîtrisent l'ensemble des activités spatiales militaires (y compris les armes antisatellites), ils développent leurs propres lanceurs, disposent de leurs propres bases de lancement afin d'avoir un accès autonome à l'espace.
- Les puissances de second rang sont l'Inde, le Japon, la France et Israël. Ces pays développent leur propre matériel (par exemple : lanceurs et satellites) et disposent de leurs propres bases de lancement mais sur le plan militaire ils comptent sur l'accès à l'ensemble des satellites déjà existants (donc pas uniquement sur les leurs).

On le voit, la Chine (même si elle souffre d'un retard de trois à quatre décennies par rapport à la Russie) est considérée comme avancée<sup>96</sup> par rapport à l'Inde. Ceci est à nuancer. La Chine a développé une réelle compétence au niveau de ses lanceurs « Longue Marche », ce qui la place dans le club restreint des puissances maîtrisant accès à l'espace. Cependant, sur un plan purement qualitatif le secteur des applications (télécoms, navigation et observation de la Terre) tout comme celui des sciences spatiales souffrent d'un retard, même au regard de l'Inde<sup>97</sup>.

### *Les lancements satellitaires*

Comparer le nombre de lancements des deux pays permet d'analyser leur degré d'activité spatiale.

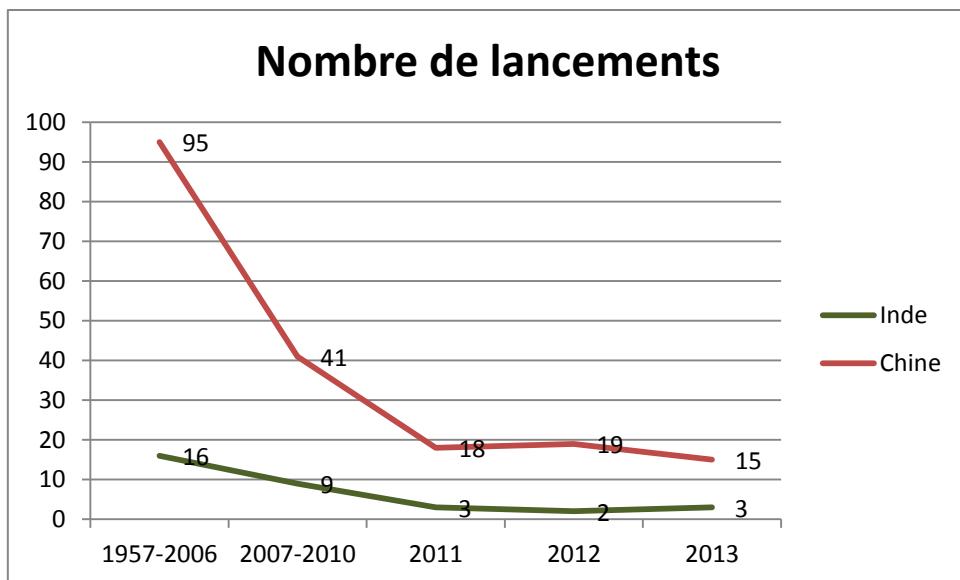
---

<sup>94</sup> LEONOV avait aussi été sélectionné comme premier cosmonaute russe à atterrir sur la Lune (programme lunaire soviétique N1). Voir « Interview with Alexey LEONOV, the First Man to Walk in Outer Space », FAI (Fédération Internationale d'Aéronautique), 18 March 2015, site disponible à l'adresse suivante: <http://www.fai.org/fai-slider-news/39340-interview-with-alexey-leonov-the-first-man-to-walk-in-outer-space> (consultée le 31 mars 2016).

<sup>95</sup> DE NEVE Alain (chercheur au centre d'études de sécurité et défense), « Les programmes spatiaux russes et chinois : ambitions politiques, contraintes institutionnelles et dimension technologique », Institut Royal Supérieur de Défense, Sécurité et Stratégie n° 117, avril 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.irsd.be/website/images/livres/etudes/vs117.pdf> (consultée le 7 mai 2015).

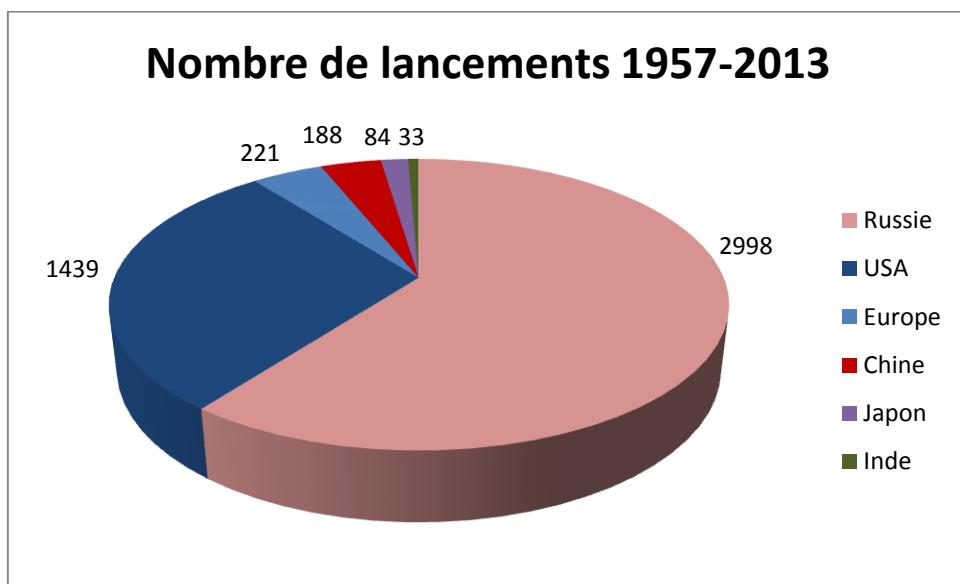
<sup>96</sup> Ses 105 satellites couvrent 80 % de sa population et 58 % des terres du globe. En 2015 il est prévu qu'ils couvrent 92 % de sa population et 80 % des terres du globe.

<sup>97</sup> BOREL Denis et SOURBÈS-VÉRGER Isabelle, *Un empire très céleste : La Chine à la conquête de l'espace*, éd. Dunod, 2008, p. 144-145.



D'après les sources suivantes :

- (1) US Federal Administration (pour les lancements entre 2007 et 2013) et HARVEY Brian, *China in Space - The Great Leap Forward*, Springer New York, 2013 (pour les lancements entre 1957 et 2011).
- (2) Les deux sources précédentes sont citées par Marco ALIBERTI dans son livre : ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG éditions, July 2015, 336 p. 28.



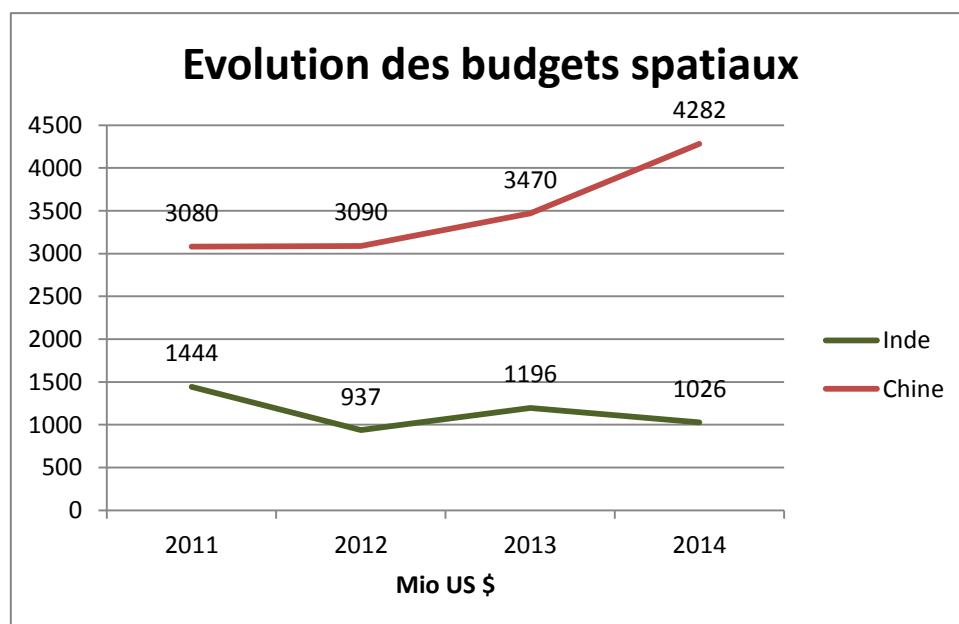
D'après ALIBERTI Marco ibid.

Pour rappel, l'Inde ne lance des premiers satellites qu'à partir de 1979, la Chine commence ses activités bien plus tôt, à partir de 1960 (mais lance son premier satellite en 1970). La Chine envoie 188 lanceurs dans l'espace entre 1957 et 2013 contre 33 pour l'Inde pour la même période. Les chiffres annuels ces dernières années sont supérieurs pour la Chine. Pour toutes ces raisons nous pouvons raisonnablement conclure que la Chine dispose d'une plus grande expérience que l'Inde, ce qui lui confère une certaine supériorité spatiale. Ce qui

est d'ailleurs corroboré par le tableau du « top 6 » des nations en termes de nombre de lancements au niveau mondial plaçant la Chine en 4<sup>ème</sup> position et l'Inde en dernière position. Cela confirme aussi la supériorité chinoise en Asie pour cet aspect spécifique.

### **Les budgets**

Le budget alloué au secteur spatial est un bon indicateur de performance de la reconnaissance de son utilité indépendamment de sa rentabilité puisque son très faible taux de rentabilité à court terme explique naturellement toute réticence à l'investissement. Le budget spatial par pays figure en annexe 1. Les États-Unis se taillent la part du lion (plus de 50% des dépenses mondiales en 2013, 43 % en 2014) tandis que la Chine et l'Inde ont des niveaux d'un rapport de un à trois en 2013<sup>98</sup> (et de un à quatre en 2014):



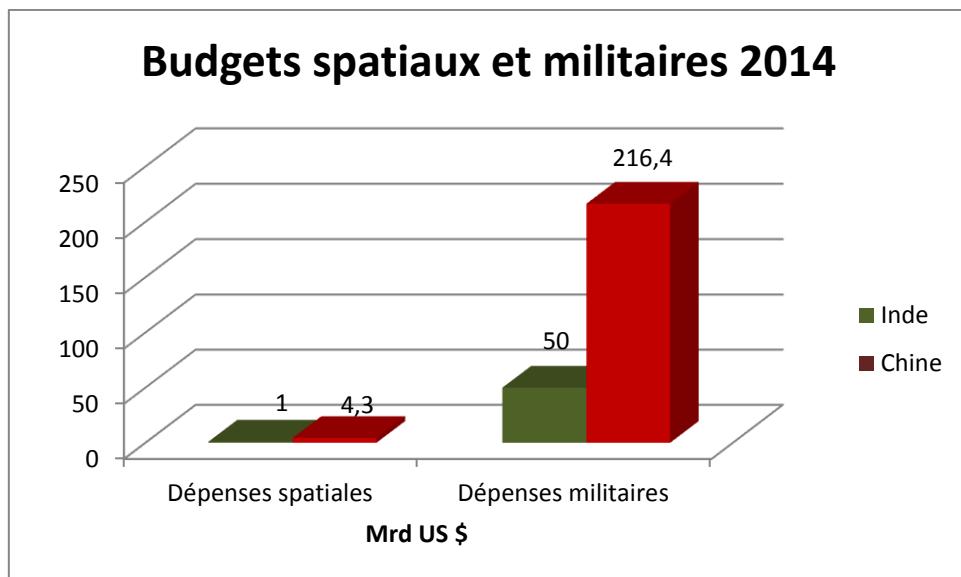
D'après les sources suivantes :

- (1) AL-EKABI Cenan, « Space Policies, Issues and Trends in 2011-2012 », ESPI (European Space Policy Institute) Report 49, May 2012, disponible à l'adresse suivante: [http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI\\_Report\\_42.pdf](http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI_Report_42.pdf) (consultée le 12 août 2015) ;
- (2) AL-EKABI Cenan, « Space Policies, Issues and Trends in 2012-2014 », ESPI (European Space Policy Institute) Report 49, November 2014, disponible à l'adresse suivante: [http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI\\_Report\\_49.pdf](http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI_Report_49.pdf) (consultée le 12 août 2015).
- (3) AL-EKABI Cenan, « Space Policies, Issues and Trends in 2014-2015 », ESPI (European Space Policy Institute) Report 54, December 2015, disponible à l'adresse suivante : [http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/Rep54\\_ABA\\_online\\_151123-1852.pdf](http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/Rep54_ABA_online_151123-1852.pdf) (consultée le 10 mars 2016)

Si l'on compare le budget spatial par rapport au budget militaire des deux puissances émergentes en 2014, il est raisonnable de penser que le secteur spatial au vu de sa part

<sup>98</sup> Selon les sources on peut estimer le budget spatial chinois 2013 comme variant entre 1,3 et 3,5 milliards USD (voir les annexes 1 et 15). Ce qui fait dire à certains que le budget des deux pays est comparable si le chiffre de 1 milliard USD était retenu. Le chiffre de 3,5 milliards me semble correct au vu de la différence de contenu entre les deux programmes spatiaux.

infime n'est *a priori* pas orienté à des fins militaires. Le budget spatial indien représente 2 % de son budget militaire global, de même pour la Chine (1,98 %).



D'après les sources suivantes :

- (1) AL-EKABI Cenan, « Space Policies, Issues and Trends in 2014-2015 », ESPI (European Space Policy Institute) Report 54, December 2015, disponible à l'adresse suivante : [http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/Rep54\\_ABA\\_online\\_151123-1852.pdf](http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/Rep54_ABA_online_151123-1852.pdf) (consultée le 10 mars 2016)
- (2) MAMPAEY Luc et STIERNON Christophe, « Dépenses militaires, production et transferts d'armes – Compendium 2015 », Les rapports du GRIP, 2016/2, disponible à l'adresse suivante : <http://www.grip.org/sites/grip.org/files/RAPPORTS/2016/2016-2.pdf> (consultée le 12 février 2016).

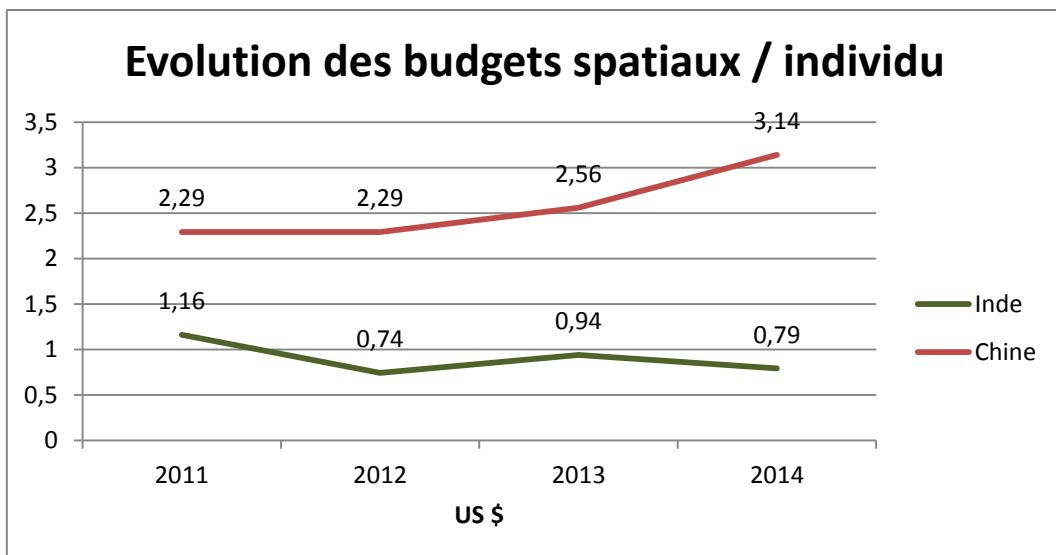
Il est aussi possible de comparer les puissances spatiales selon les dépenses allouées au secteur spatial par habitant (valeur nominale au produit intérieur brut par individu). Attention les contrastes s'expliquent par les différences démographiques entre les pays mais pour l'Inde et la Chine la comparaison reste valable vu que la démographie reste comparable (la population totale en Chine en 2015 comptait environ 1,367 milliard d'habitants et celle de l'Inde 1,251 milliard<sup>99</sup> pour la même période).

Il est à noter que le budget militaire de l'Inde est de 38,6 \$ par habitant contre 158,6 pour la Chine en 2014<sup>100</sup>, soit quatre fois moindre.

Depuis 2011 la contribution de l'habitant indien a toujours été inférieure à celle de son voisin chinois pour le développement du secteur spatial de son pays :

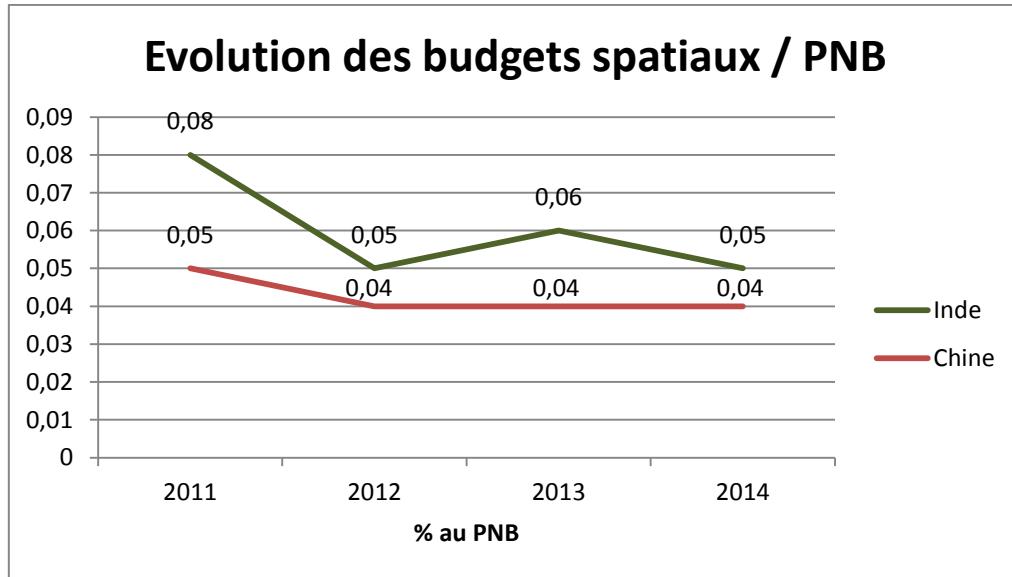
<sup>99</sup> « The World Factbook », Central Intelligence Agency, 19 novembre 2015 , disponible à l'adresse suivante : <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/in.html> (consultée le 22 mai 2015).

<sup>100</sup> MAMPAEY Luc et STIERNON Christophe, « Dépenses militaires, production et transferts d'armes – Compendium 2015 », Les rapports du GRIP, 2016 / 2, disponible à l'adresse suivante : <http://www.grip.org/sites/grip.org/files/RAPPORTS/2016/2016-2.pdf> (consultée le 12 février 2016).



D'après AL-EKABI Cenan (*ibid.*).

En 2014 le programme spatial chinois ne représente en valeur relative somme toute « que » 0,04 % de son produit national brut (PNB), un peu plus pour l'Inde qui atteint le même niveau que la Belgique ou le Luxembourg: 0,05 % mais moins que le Japon (0,07 %). Il est à noter que pour 2014 les dépenses militaires relatives de chacun des deux pays par rapport à son produit intérieur brut (PIB) est quasi identique : 2,1 % pour la Chine et 2,4 % pour l'Inde<sup>101</sup>.



D'après AL-EKABI Cenan (*ibid.*).

<sup>101</sup> *Ibid.*

#### Résumé de l'analyse budgétaire:

- le budget spatial indien représente le quart du budget chinois. De plus le budget chinois ne cesse de croître depuis 2011 tandis que le budget indien décroît ;
- pour chacun des deux pays le budget spatial représente 2 % de son budget militaire total, ce qui tend à limiter l'orientation militaire des programmes spatiaux respectifs ;
- le citoyen chinois paie près de quatre fois plus que le citoyen indien pour son programme spatial national ;
- la part du budget spatial dans le PNB (0,04 % en Chine et 0,05 % en Inde) est comparable dans les deux pays, et ne grève pas l'économie des deux pays.

### *La coopération internationale*

Le programme spatial indien vise d'abord à la satisfaction de ses besoins intérieurs<sup>102</sup> grâce à la coopération américaine, européenne et russe. Le manque d'intégration dans les circuits de coopération internationale et les limites imposées au niveau des transferts technologiques ont limité les capacités spatiales chinoises qui dans certains domaines, comme l'observation de la Terre ou les télécoms, sont inférieures aux capacités indiennes.

Le programme indien fut d'abord civil, centré sur la coopération internationale dès le début quitte à remettre à plus tard ses capacités nationales propres. Il put bénéficier de transferts de technologie. Le programme chinois fut militaire dès le début et rechercha l'autonomie technique le plus rapidement possible. Il faut savoir que la Chine chercha initialement à adopter une approche similaire à celle de l'Inde mais les réticences des partenaires occidentaux et soviétiques ne permirent que des embryons de coopération en dépit de sa volonté d'ouverture vers l'extérieur (l'Inde en tant que pays non aligné ne faisait pas peur au contraire de la Chine)<sup>103</sup>. Ces réticences furent bien plus tard (1998) exacerbées par la politique américaine de *containment* vis-à-vis des ambitions spatiales de la Chine (rapport du sénateur Cox) perçue comme une menace potentielle<sup>104</sup>.

Le programme indien est par nature tourné vers la coopération internationale, ainsi la sonde *Chandrayaan-1* en est la preuve au niveau de la conception des expériences scientifiques ou des instruments embarqués (Royaume-Uni, Allemagne, Esa, Bulgarie, Nasa). Même si le partenaire privilégié de l'Inde reste la Russie, ceci n'empêche nullement la coopération avec les USA et l'Europe afin de bénéficier de transferts de technologie. Ainsi l'Inde ne collabore

<sup>102</sup> Télécoms, observation de la Terre, météorologie, programmes de valorisation des données spatiales dans l'agriculture, l'aménagement du territoire, l'éducation et la médecine.

<sup>103</sup> BOREL Denis et SOURBÈS-VERGER Isabelle, *Un empire très céleste : La Chine à la conquête de l'espace*, éd. Dunod, 2008, p. 50.

<sup>104</sup> *Ibid.* p. 72.

pas au sein de l'ISS mais n'en n'est cependant pas *a priori* exclue à l'inverse de la Chine. La « voie indienne » est celle qui consiste à favoriser l'importation des technologies et leur application économique immédiate tandis que la Chine subit des restrictions à l'importation<sup>105</sup> et comporte un programme spatial non seulement « utile » mais aussi « de prestige ». Le fait de refuser à la Chine l'amélioration de ses compétences via la coopération donc son relatif isolement conduit celle-ci à développer sa propre technologie (soit via les investissements lourds induits soit via l'espionnage industriel). Cela lui confèrera tant une autonomie technique qu'une liberté d'action, lui offrant ainsi le statut de futur concurrent commercial à part entière dans le domaine spatial réduisant d'autant les parts de marché européennes<sup>106</sup>. On le voit, la menace chinoise n'est pas nécessairement de nature militaire.

L'histoire spatiale chinoise est d'abord marquée par ses choix politiques initiaux menant à son isolement sur la scène internationale jusqu'au milieu des années 80 (le but du programme spatial était de crédibiliser sur le plan international le choix du régime). Elle n'était donc pas par nature tournée vers la coopération internationale. Elle fait aussi l'objet d'une politique de méfiance dans le domaine des transferts de technologie.

Même si le partenaire privilégié de la Chine est la Russie, cela n'empêche pas la coopération avec l'Europe<sup>107</sup> surtout si des transferts technologiques sont possibles.

L'image de la Chine et sa singularité donnent lieu à des interprétations erronées, ainsi son programme spatial habité *Shenzou* (grâce aux technologies russes dans les années 90) est interprété comme la preuve d'une ambition nationale prioritaire et d'une volonté géopolitique ambitieuse. De même ses armes antisatellites en 2007 (et 2010) sont considérées par certains comme le signe d'une course aux armements spatiaux avec les USA. Il faut raison garder car la Chine ne fait somme toute que rechercher un « développement harmonieux » où les technologies spatiales ont pour but d'étendre l'accès aux services (les applications spatiales et la science prédominent même si le vol habité et l'exploration lunaire sont aussi mentionnés comme objectifs dans le Livre blanc de 2000). L'Inde ne fait pas face à ce genre de souci (la composante militaire de son programme spatial étant plus limitée), elle n'est pas crainte par la communauté internationale.

Il est intéressant de constater que l'Occident survalorise le secteur spatial chinois<sup>108</sup> et non celui de l'Inde par exemple. Ceci est probablement dû à l'image économique conquérante du

<sup>105</sup> Dès 1999 les USA interdirent l'exportation et le lancement de satellites fabriqués avec des composants américains ou sous licence américaine.

<sup>106</sup> Cependant on ne peut pas non plus parler de guerre économique. En effet les bénéfices attendus du secteur spatial sont limités par nature et la Chine ne voudra jamais par une attitude trop agressive compromettre ses échanges commerciaux dans d'autres secteurs, lesquels sont à la base de son essor économique.

<sup>107</sup> L'Esa a suivi les sondes lunaires *Chang'e* pour la Chine.

pays. Il ne faut pas croire que la Chine ne dispose que d'ambitions stratégiques et militaires car mue par une « soif de puissance ». Cependant il ne faut pas non plus verser dans l'angélisme en faisant abstraction du fait que Beijing désire redéfinir une part de la « grammaire des relations internationales ».

Une différence semble flagrante : le *soft power* de la Chine envers l'Occident et les États-Unis reste à développer notamment au travers de ses réalisations spatiales tandis que le *soft power* de l'Inde est déjà acquis par d'autres voies. En effet l'Inde bénéficie d'une image bienveillante auprès de l'Occident de par sa longue tradition de pacifisme (même si cela est moins vrai aujourd'hui) et sa culture anglaise tandis que la Chine est crainte. Les deux pays sont des puissances régionales (notamment au niveau militaire). L'Inde est une puissance internationale mais limitée au niveau commercial dans le secteur pharmaceutique et informatique tandis que la Chine fait peur de par son statut de puissance internationale au niveau économique mais surtout militaire.

### *Comparaison sur le plan organisationnel et décisionnel*

En terme organisationnel la CNSA n'est pas véritablement une agence spatiale comparable à l'ISRO. Elle ne compte qu'une centaine d'employés (contre plus de 18 500 à l'ISRO), c'est avant tout un organe de « relations publiques », les véritables activités spatiales sont réparties entre le CASC et le CASIC (voir l'annexe 15 pour plus de détails).

Le pouvoir décisionnel est assez opaque en Chine, Dans son livre *When China goes to the Moon*, Marco ALIBERTI évoque l'existence d'un groupe secret de haut niveau fonctionnant de manière consensuelle et donnant les lignes directrices du programme spatial chinois<sup>109</sup>. Ce groupe n'apparaît évidemment dans aucun organigramme. Il serait composé d'un membre du parti, d'un membre de l'armée et de trois membres du gouvernement (Premier ministre, ministre de l'Industrie et de la technologie de l'information<sup>110</sup>, ministre des Finances). Cette opacité contraste avec la relative transparence du modèle décisionnel en Inde.

---

<sup>108</sup> Lorsqu'il est question de la Chine, la majeure partie des analyses occidentales s'attardent sur les prouesses de Beijing sans même tenir compte des échecs et des limites du modèle de développement technologique du pays.

<sup>109</sup> Il s'agit du *Leading Small Group* ou en chinois *Lingdao Xiaozu*. Les lignes directrices dérivent des objectifs (surtout économiques) du plan à 5 ans, elles sont ensuite officiellement déclinées dans le « livre blanc » sous la responsabilité exclusive du Conseil d'État. Voir l'annexe 15 pour plus de détails. Voir ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG editions, July 2015, p. 9.

<sup>110</sup> MIIT : *Ministry of Industry and Information Technology*. *Ibid.* p. 10.

## *La recherche de puissance sur le plan local, régional ou international*

Je suis enfin d'avis que la Chine recherche une supériorité spatiale à l'échelle régionale (ce qui n'est pas incompatible avec la recherche d'une coopération à l'échelon international pour atteindre ses buts nationaux, voir l'annexe 23), ce qui n'est pas du tout le cas de l'Inde ayant une programme spatial « domestique », ne voulant en aucune façon concurrencer la Chine. Je ne pense d'ailleurs pas que la Chine cherche à concurrencer les acteurs spatiaux majeurs tels que la Nasa, Roscosmos ou l'Esa mais désire au contraire une coopération privilégiée. Il n'est donc pas directement question de *space race* avec les USA. Les programmes spatiaux japonais<sup>111</sup> et indien poursuivant des buts bien différents du programme chinois permettent à la Chine de revendiquer le statut de leader spatial en Asie.

### **3.3.3. Freins à la coopération internationale**

La coopération internationale est un bon moyen d'atteindre des objectifs communs à moindre coût, cependant il existe des freins à cette coopération :

- la situation politique entre les puissances spatiales<sup>112</sup> ;
- la rivalité potentielle militaire surtout si une zone géographique frontalière est contestée (or c'est bien le cas entre l'Inde et la Chine<sup>113</sup>) ;
- même au niveau scientifique le partage de fruits du travail autonome<sup>114</sup> voire commun n'a pas toujours lieu ;
- chaque pays veut bénéficier de retombées économiques pour son industrie propre ;
- chaque pays veut démontrer aux autres ses capacités techniques pour des raisons politiques ;
- les puissances spatiales constituent entre elles un club très fermé et se montrent particulièrement jalouses des compétences acquises ;

---

<sup>111</sup> Le Japon revendique seulement la supériorité en Asie dans le secteur des services spatiaux notamment auprès de la station spatiale internationale (modules scientifiques et de transport). Voir ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG editions, July 2015, p. 197.

<sup>112</sup> Ainsi il est permis de penser que les tensions entre l'Union européenne et la Russie au sujet de l'intégrité territoriale de l'Ukraine ont un impact sur la qualité de la coopération spatiale entre les deux protagonistes. Prenons un autre exemple, ainsi la répression étudiante de 1989 a conduit les américains à suspendre des licences d'exportations de trois satellites vers la Chine.

<sup>113</sup> Exemples : la région de l'Aksai Chin, administrée par la Chine mais revendiquée par l'Inde, la Vallée de Shaksgam, occupée par la Chine mais revendiquée par l'Inde, de son côté la Chine ne reconnaissant pas la souveraineté de l'Inde sur l'Arunachal Pradesh. Voir cours ULg: « L'Inde : stratégie d'une nouvelle puissance dans l'ordre international » - M. Olivier DUPONT (2014-2015) / SAINT-MEZARD Isabelle, « Chine/Inde : une frontière au bord de l'explosion », Atlantico.fr, 6 février 2012, disponible à l'adresse suivante : <http://www.atlantico.fr/decryptage/chine-inde-violences-frontieres-isabelle-saint-mezard-280566.html> (consultée le 22 mai 2015).

<sup>114</sup> Ainsi la Nasa n'a pas toujours fait bénéficier à l'Esa son expertise liée aux techniques d'atterrissement de sondes. Voir JAVAUX Emmanuelle, « Qu'est-ce qu'une planète ou une lune habitable ? », Société Astronomique de Liège, conférence du 29 mai 2015.

- la culture du secret n'est *a priori* pas propice à la coopération (répondre aux questions telles que « qui est en charge du programme spatial chinois ? » ou « quel est le montant du budget du programme spatial chinois ? » constitue une énigme. Il est difficile de coopérer sans pouvoir rencontrer les interlocuteurs disposant réellement du pouvoir de décision... Ce qui est paradoxal dans le cas chinois c'est que le secret porte sur les capacités techniques et non sur les intentions gouvernementales mais c'est lié à la culture chinoise (« montrer ses capacités revient à montrer également ses faiblesses alors que les cacher revient à préserver l'harmonie et l'équilibre<sup>115</sup> »)).

### 3.3.4 Freins à la coopération entre l'Inde et la Chine

La Chine s'est déclarée disposée à coopérer avec d'autres États, au premier chef desquels l'Inde, dans le domaine des études spatiales<sup>116</sup>. Cependant je ne suis pas optimiste quant à l'idée d'une coopération effective entre les deux pays pour l'ensemble des raisons suivantes :

- l'Inde ne fait pas partie de l'Apsco<sup>117</sup> (mais bien le Pakistan, allié de la Chine), la coopération spatiale régionale exclut donc l'Inde au profit du Pakistan ;
- l'Inde ne donnerait jamais volontairement des informations utiles militairement (ex : technologie liée aux missiles) à ses rivaux potentiels (Pakistan, Chine) et réciproquement ;
- l'Inde se doit de respecter la volonté américaine concernant les règles de non transfert de technologie vis-à-vis de la Chine si elle désire continuer à bénéficier de l'aide technologique américaine dans le cadre de son propre programme spatial ;
- tant qu'il y aura des conflits frontaliers (fussent-ils limités) liés à des revendications territoriales (ex : *Arunachal Pradesh*), la coopération semble difficile ;
- la Chine n'a aucune intention de partager des informations dans des domaines tels que le vol habité<sup>118</sup> où elle est largement en avance par rapport à l'Inde. Ce qui explique aussi

---

<sup>115</sup> Voir SOLOMONE Stacy, *China's strategy in space*, Springer editions, New York, 2013, p. 59. / ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG editions, July 2015, p. 31.

<sup>116</sup> « L'Inde et la Chine à la conquête de l'espace », Sputniknews.com (anciennement « la voix de la Russie »), 4 décembre 2013, disponible à l'adresse suivante : [http://fr.sputniknews.com/french.ruvr.ru/2013\\_12\\_04/Linde-et-la-Chine-a-la-conquete-de-lespace-8901/](http://fr.sputniknews.com/french.ruvr.ru/2013_12_04/Linde-et-la-Chine-a-la-conquete-de-lespace-8901/) (consultée le 15 avril 2014).

<sup>117</sup> Apsco : *Asia Pacific Cooperation Organization*. Les pays fondateurs comptent la Chine et le Pakistan. Le but étant d'assurer la coopération et la promotion des activités spatiales pacifiques entre les pays membres. Ceux-ci sont : la Chine, la Mongolie, la Thaïlande, l'Indonésie, l'Iran, le Pakistan, le Bangladesh, le Pérou et la Turquie. Le quartier général de l'organisation est Beijing. Voir l'annexe 23 pour plus de détails.

<sup>118</sup> Même si le Livre Blanc de 2011 dit le contraire. Je pense que le Livre Blanc est avant tout un outil de relations publiques.

pourquoi l'hypothèse d'une coopération triangulaire Chine-Inde-Russie est également à rejeter, d'ailleurs l'Inde écarte également cette idée<sup>119</sup> ;

- selon moi la priorité en termes de coopération pour la Chine serait :
  - d'abord une collaboration bilatérale avec une puissance spatiale majeure afin de maximiser ses chances de succès techniques et d'avoir des partenaires ayant les reins solides au niveau financier pour gérer des projets ambitieux (ex : base lunaire). Ceci permettrait à la Chine d'en tirer un prestige utile à son *soft power*. Dans ce cas la Chine exigera d'être traitée au moins d'égal à égal avec une autre puissance (je pense aux USA, à la Russie ou à l'Europe) ;
  - ensuite seulement dans le cadre d'un « Plan B » une coopération multilatérale au niveau régional via l'Apsco où la Chine serait considérée comme le « leader naturel ». Cependant la Chine préférera toujours une coopération bilatérale avec une puissance spatiale majeure lui offrant plus d'avantages politiques ;
  - toute collaboration bilatérale avec l'Inde dans le cadre d'un « Plan C » serait envisagée en tout dernier ressort, aucune des deux nations ne le voulant vraiment. Pour information une collaboration avec le Japon serait impossible vu la mésentente profonde entre ces deux nations (sans compter le nécessaire aval préalable des USA).

Ces freins à la coopération entre ces deux États sont selon moi en ligne avec la vision des relations internationales des réalistes. Selon ces derniers la coopération entre États-Nations est très difficile<sup>120</sup> pour des raisons de confiance (absente entre la Chine et l'Inde), de recherche de ses propres intérêts après analyse rationnelle de la situation (selon un rapport coût/bénéfices de ses actes éventuels) et d'anticipation d'un conflit potentiel. Dans cette optique, les États puissants tentent de maintenir l'ordre dans le système. Mais en situation de déséquilibre de la puissance, ceux-ci n'hésitent pas à intervenir militairement (ce qui fut déjà le cas entre l'Inde et la Chine lors de l'intervention militaire de 1962, un nouveau conflit est théoriquement possible tant que les frontières restent contestées). Dès lors, la guerre et la menace de guerre sont dans les relations internationales à l'horizon des décisions stratégiques et politiques. Les tenants du réalisme ont une vision pessimiste des relations internationales dans laquelle les États entrent forcément en conflit armé tôt ou tard, à cause de l'anarchie du système international et de la quête de puissance des États pour assurer leur survie. Cette vision permet ainsi de comprendre le manque de coopération entre ces deux puissances émergentes.

<sup>119</sup> ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG editions, July 2015, p. 251-252.

<sup>120</sup> PAQUIN Stéphane et DESCHÈNES Dany, *Introduction aux relations internationales - Théories, pratiques et enjeux*, éditions Chenelière éducation, 17 août 2009, p. 10.

Afin de ne pas noircir le tableau, notons toutefois qu'il existe une coopération de nature juridique entre les deux pays.

La Chine soutenue par l'Inde, (ainsi que la Russie et le Canada d'ailleurs), considère que les instruments juridiques ne sont pas adaptés pour empêcher une course aux armements dans l'espace. C'est pourquoi elle a proposé à plusieurs reprises dès l'an 2000 la mise en place d'un Comité *ad hoc* pour la prévention d'une course aux armements dans l'espace extra-atmosphérique (faisant suite à la résolution « Paros » du 9 décembre 1982) à la Conférence des Nations Unies<sup>121</sup> sur le désarmement.

Comme mentionné à l'annexe 23, il existe aussi une coopération internationale (au niveau de l'Onu) où les deux nations coopèrent, par exemple dans le domaine humanitaire (gestion des catastrophes majeures).

Les agences spatiales européenne (Esa) et française (CNES) ont fondé la « charte internationale Espace et Catastrophes majeures<sup>122</sup> » entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> novembre 2000. La Charte propose un guichet unique permanent et gratuit d'acquisition de données satellites dans les cas de catastrophes d'origine naturelle ou humaine. Chaque agence membre s'engage à fournir des données (prises de vue spatiales des sites concernés) afin d'atténuer les effets des catastrophes sur la vie des gens et de faciliter les secours. En Asie la CNSA chinoise, l'ISRO indienne, la JAXA japonaise et le KARI<sup>123</sup> sud-coréen ont signé cette Charte. Le document a aussi été signé par les agences spatiales russe (Roscosmos), canadienne (CSA<sup>124</sup>), anglaise (UK Space Agency), allemande (DLR<sup>125</sup>), argentine (CONAE<sup>126</sup>) et la NOAA<sup>127</sup> américaine.

Les perspectives de coopération ne détrôneront jamais les objectifs de primauté politique, de supériorité et de souveraineté technologique liée au spatial.

<sup>121</sup> La conférence du désarmement est un forum de discussion sur les armements dans le cadre de l'Onu. C'est là qu'ont été négociés des traités importants tels que le traité de non prolifération nucléaire ou le traité d'interdiction complète des essais nucléaires.

<sup>122</sup> « International Charter Space and Major Disasters », disponible à l'adresse suivante: <https://www.disasterscharter.org/web/guest/home> (consultée le 15 décembre 2014).

<sup>123</sup> Korea Aerospace Research Institute.

<sup>124</sup> Canadian Space Agency.

<sup>125</sup> German Aerospace Centre (« DLR » en allemand).

<sup>126</sup> Comision Nacional de Actividades Espaciales.

<sup>127</sup> National Oceanic and Atmospheric Administration.

## 4 Conclusions

### 4.1 Raisons politiques communes aux deux puissances émergentes

Pour la Chine comme pour l'Inde, le spatial représente tant un enjeu primordial qu'un défi majeur.

Avec une population multiethnique de plus d'1 milliard d'âmes, l'Inde talonnant la Chine du point de vue démographique, la gestion de l'espace dit « utile » s'avère nécessaire afin de gérer<sup>128</sup> et de protéger le territoire contre les catastrophes naturelles<sup>129</sup>. Cette démographie alliée à la l'enseignement de qualité des sciences et techniques dans les universités et instituts polytechniques a pour conséquence que des centaines de milliers de jeunes marquent leur intérêt pour les sciences et les technologies, et de ce fait démontrent leur volonté d'être présents dans l'exploration de nouveaux mondes<sup>130</sup>.

Les deux pays se lancent dans l'aventure spatiale pour des raisons de prestige national<sup>131</sup>, pour affirmer leur rôle de puissance régionale et internationale avec les aspects stratégico-militaires d'autonomie et de grandeur y afférents. Ceci explique la nécessité d'avoir accès à l'espace avec des satellites et lanceurs performants. Ainsi si l'on prend l'exemple de la navigation par satellites, tant Beijing avec *Beidou*<sup>132</sup> que Delhi avec l'IRNSS<sup>133</sup> se dotent de leur propre système à technologie duale.

Les théories des relations internationales de réalisme, néoréalisme<sup>134</sup> et *soft power* s'appliquent au deux pays, lesquels recourent tant à la compétition qu'à la coopération internationale pour atteindre leurs objectifs.

### 4.2 Raisons politiques du programme spatial de l'Inde

Les activités scientifiques spatiales dans un pays émergent tel que l'Inde sont avant tout subordonnée au pouvoir politique. Les ressources du *soft power* correspondent à la capacité d'attraction, de séduction, exercée par un modèle culturel, une idéologie et des institutions

<sup>128</sup> Les satellites sont des outils clé pour la gestion du territoire (urbanisme, ressources naturelles, agriculture, ...).

<sup>129</sup> La dimension spatiale pour les télécommunications et pour l'analyse des dégâts lors d'innondations ou de séismes s'avère indispensable.

<sup>130</sup> Cette exploration de nouveaux mondes commence par l'exploration robotique de la Lune et de Mars. Ces objectifs ambitieux permettent d'utiliser les scientifiques et les ingénieurs ainsi formés au mieux de leurs capacités.

<sup>131</sup> La Chine recourt à la mythologie et à l'histoire pour souder le peuple autour de ses dirigeants et ainsi consolider le PCC. L'Inde sans recourir à la mythologie recherche aussi le soutien de son peuple, ce qui a l'avantage de « gommer » les castes autour d'un projet commun.

<sup>132</sup> Système chinois de navigation par satellites de positionnement analogue au système GPS. Voir l'annexe 11.

<sup>133</sup> Indian Regional Navigational Satellite System. Voir l'annexe 8.

<sup>134</sup> Le néoréalisme est aussi à la base du concept de « puissance régionale ». Voir l'annexe 26.

internationales qui font que les autres s'inscrivent dans le cadre déterminé par celui qui dispose de ces ressources. Elles représentent une capacité à rendre universelle une vision du monde particulière afin que l'action de celui qui la produit soit acceptée car considérée comme légitime<sup>135</sup>. L'Inde joue en effet cette carte comme politique d'influence.

De plus sa politique spatiale limitée -car adaptée à ses ressources- (focus sur les satellites d'observation de la terre dans le cadre de la prévention des catastrophes naturelles) s'inscrit dans le cadre de la *realpolitik* dans le sens donné en Allemagne<sup>136</sup> c.-à-d. celui de réaliste (réalisme pragmatique) distinguant les politiques modestes des utopies. Il ne s'agit pas de l'utilisation la plus souvent négative du terme *realpolitik* c.-à-d. l'abandon de principes éthiques au profit d'intérêts nationaux (tous les moyens seraient ainsi bons pour arriver à ses fins). Bien au contraire puisque l'Inde est une des rares puissances spatiales se refusant à exploiter de manière irresponsable l'hélium 3 sur la Lune<sup>137</sup> (à supposer que ce renoncement soit lié à la défense de principes éthiques et non à l'incapacité technologique actuelle de toute forme d'exploitation minière...).

La Terre est victime de perturbations majeures qui lui sont infligées par l'espèce humaine dont la prolifération et la surconsommation des ressources -renouvelables ou non- outrepassent ses capacités. La colonisation d'autre planètes ou l'exploitation de la Lune dans ce but n'est selon moi certainement pas la solution...

#### 4.3 Raisons politiques du programme spatial de la Chine

Les concepts de réalisme et de *soft power* ne datent pas d'hier pour la Chine. Le réalisme date de la période des royaumes combattants (IVème siècle avant J.C.) où l'on évoque les fameux « stratagèmes » (la guerre est à l'époque un instrument de cohésion sociale du peuple), le *soft power* est aussi lié à Sun Tzu (544-496 avant J.C.) lorsque ce dernier dit dans son ouvrage « L'art de la guerre » : « un leader talentueux vaincra les troupes ennemis sans combattre ». L'approche systémique des relations internationales dans le cadre du néoréalisme souligne l'importance de la fonction de cohésion sociale du système<sup>138</sup>, cette fonction étant un objectif majeur de politique intérieure en Chine. Le

<sup>135</sup> Nye Joseph S., *Soft Power: The Means to Success in World Politics*, Public Affairs US New Editions, June 2005, p. 11.

<sup>136</sup> Cours ULg : « Théorie générale des relations internationales » - M. Sébastien SANTANDER (2014-2015).

<sup>137</sup> De par la signature de l'Accord de 1979 régissant les activités des États sur la Lune et les autres corps célestes, l'Inde reconnaît n'avoir aucun droit sur cet astre.

<sup>138</sup> Selon le sociologue américain Talcott PARSONS, le système des sociétés modernes comprend toujours quatre fonctions parmi lesquelles le maintien de cohésion sociale. Cette vision systémique est une approche typiquement néoréaliste des relations internationales. Voir PARSONS Talcott, *Le système des sociétés modernes*, Dunod, 1973, p. 29. Hormis cette vision systémique la notion de cohésion sociale fait déjà partie du courant réaliste des relations internationales : Shang Tzi (pendant la période des royaumes combattants au IVème siècle avant J.C.) met en exergue « l'importance de la guerre

néoréalisme souligne surtout la place prépondérante de l'État comme acteur décisionnel nonobstant l'existence d'autres acteurs internationaux sur la scène internationale. Selon les néoréalistes les affaires internationales sont conduites par la puissance (fut-elle non exclusivement militaire, ainsi elle peut être culturelle, idéologique économique) et l'équilibre de puissance restent le facteur de stabilité dudit système. Les néoréalistes sont aussi à la base du concept de puissance régionale. La Chine, puissance régionale et internationale, est précisément en quête de puissance économique et politique mais reste attachée à la stabilité du système international.

Réalisme, néoréalisme et *soft power* sont ainsi trois théories qui permettent de comprendre les raisons du programme spatial chinois.

Pour bien comprendre ce programme spatial chinois il faut surtout l'envisager sous un regard chinois et non pas occidental, c.-à-d. en tenant compte de l'histoire et de la culture chinoise, sinon le risque est grand de prêter à la Chine des intentions qu'elle n'a probablement pas (domination mondiale, arsenalisation de l'espace, ...). Après « le siècle de la honte » (1839-1949) la Chine veut renouer avec sa gloire passée, le peuple chinois aspire à une « renaissance » habilement exploitée par ses dirigeants. Cette référence à la culture revigore la fibre patriotique et donc la légitimité des dirigeants.

Tout comme l'Inde les activités spatiales de la Chine sont liées à sa volonté de développer son *soft power* lui permettant ainsi d'accroître sa capacité d'influence à l'échelle régionale et internationale.

Outre les avantages militaires issus du programme spatial chinois (de nature plutôt défensive selon les spécialistes de la Chine<sup>139</sup>), Beijing, tout comme Washington et Moscou l'ont fait au début de la Guerre froide, retire également un prestige considérable de ses récents succès spatiaux. Ce qui, dans une certaine mesure, renforce la légitimité du Parti communiste chinois à l'interne, lui accorde un certain prestige sur la scène internationale, tout en entérinant l'image de succès du modèle de développement économique chinois.

Les dirigeants chinois trouvent ainsi des utilités au travers des trois objectifs principaux de la politique chinoise, soit le développement harmonieux de son économie<sup>140</sup>, le maintien de la

---

pour l'éducation et la cohésion d'un peuple ». Voir cours ULg « Théorie générale des relations internationales » - M. Sébastien SANTANDER (2014-2015).

<sup>139</sup> BOREL Denis et SOURBÈS-VERGER Isabelle, *Un empire très céleste : La Chine à la conquête de l'espace*, éd. Dunod, 2008, p. 216.

<sup>140</sup> Tout secteur spatial se caractérise par un investissement dans les infrastructures. La Chine pourrait en profiter pour redynamiser des régions isolées et économiquement plus pauvres.

cohésion interne du régime et le maintien de sa sécurité<sup>141</sup>. Ce à quoi il ne faut pas oublier d'adoindre la fierté nationale (soutien du peuple chinois au régime par un objectif à haute visibilité et fierté de rendre au pays son statut historique, le pays inventa la fusée après tout), la reconnaissance internationale (son statut de puissance spatiale confère un prestige à la base du *soft power* de l'État chinois, prestige d'autant plus accru que les dépenses spatiales restent raisonnables), l'autonomie technique et la présence commerciale.

Arrivant au terme de ce mémoire je partage en effet cette conclusion de l'Institut Européen de Politique Spatiale<sup>142</sup> : « Eu égard au rôle de soutien à l'économie nationale dévolu au programme spatial chinois, le défi pour la Chine est de trouver le juste équilibre entre les capacités spatiales purement nationales et la nécessité de coopérer au niveau international ».

Cette coopération lui étant avant tout utile afin d'atteindre ses objectifs nationaux (notamment le renforcement du pouvoir politique interne) et de renforcer son statut international de puissance spatiale<sup>143</sup> (*soft power*).

Les raisons politiques étant à la base des programmes spatiaux de la Chine et de l'Inde sont en gros identiques (dans cet ordre pour la Chine selon moi : *soft power* à l'international associé à la recherche de cohésion interne au niveau national, soutien à l'économie

---

<sup>141</sup> Cet avis est partagé par toutes les personnes interviewées dans le cadre de ce mémoire. Cependant il peut y avoir des divergences quant à la priorité à donner aux raisons invoquées. Ainsi pour M<sup>me</sup> Jana SEHNALKOVA (professeure de politique étrangère américaine à l'université de Prague), la priorité est interne car donnée à la consolidation du PCC via la publicité du programme spatial donnée au peuple chinois (interview du 10 juillet 2015). Pour M. Jan BECKA (analyste au ministère de la Défense de la république tchèque) (interview du 6 juillet 2015) ainsi que pour Thierry CHANTRAYE (directeur du Centre spatial de Liège) (interview du 3 décembre 2014), la priorité est donnée d'une part à la politique étrangère via le *soft power*, et d'autre part au désir de combler un fossé technologique. A l'inverse M. Bruno HELLENDORFF, chercheur au GRIP (Groupe de Recherche et d'Information sur la Paix et la sécurité) soutient que la première raison du programme spatial est militaire (car une couverture satellitaire large est nécessaire pour faire fonctionner les drones, sans même parler du renseignement militaire), la seconde raison serait l'indépendance technologique (la Chine compte seulement 20 % de recherche fondamentale contre 80 % pour les USA), la troisième raison serait la composante économique (interview du 6 février 2016). Pour M. Tanguy STRUYE DE SWIELANDE (Professeur à l'UCL pour les cours de « Géopolitique des puissances émergentes » et « Théorie des relations internationales »), les priorités seraient le *soft power* (quête de prestige) puis l'approche réaliste des relations internationales (la quête de puissance), puis les raisons commerciales et enfin le renseignement militaire (interview du 5 février 2016). M. Théo PIRARD, rédacteur du journal *Wallonie Espace Infos* soutient l'idée selon laquelle le programme spatial chinois se fonde à priorité égale sur la supériorité civile et militaire (via la technologie duale embarquée par les satellites de télécommunication) et sur le renforcement du régime via le soutien populaire à renfort de références à la mythologie et à l'histoire, les raisons scientifiques venant bien plus tard (interview du 12 avril 2016).

<sup>142</sup> AL-EKABI Cenan, « Space Policies, Issues and Trends in 2012-2014 », ESPI (European Space Policy Institute) Report 49, November 2014, disponible à l'adresse suivante : [http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI\\_Report\\_49.pdf](http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI_Report_49.pdf) (consultée le 12 août 2015).

<sup>143</sup> Selon les dirigeants chinois le programme spatial (au même titre que la détention de l'arme nucléaire) est un indicateur de puissance au niveau mondial. Voir POLLPETER Kevin, ANDERSON Eric, WILSON Jordan, YANG Fan, « China Dream, Space dream - China's progress in space technologies and implications for United States », IGCC (Institute on Global Conflict and Cooperation from University of California San Diego), 6 March 2015, disponible à l'adresse suivante : [http://origin.www.uscc.gov/sites/default/files/Research/China%20Dream%20Space%20Dream\\_Report.pdf](http://origin.www.uscc.gov/sites/default/files/Research/China%20Dream%20Space%20Dream_Report.pdf) (consultée le 2 avril 2016).

nationale en ce compris l'aspect commercial<sup>144</sup>, désir d'autonomie technique, raisons sécuritaires puis *in fine* scientifiques) même si elles tiennent compte des particularités propres à chacun des pays. L'ordre présenté ci-dessus diffère légèrement pour l'Inde selon moi : les raisons scientifiques (prévention des catastrophes naturelles) prévalent sur les raisons militaires (voir l'annexe 19 pour plus de détails). La recherche de la cohésion interne en Inde existe certes comme pour toute nation mais n'est absolument pas comparable à la Chine où le soutien du peuple est activement recherché (par référence notamment à l'histoire et la mythologie) afin de légitimer le régime en place.

#### 4.4 Adéquation des politiques spatiales respectives aux moyens mis en œuvre

Comme mentionné au chapitre 4.2, le programme spatial indien est réaliste (pragmatique) vu les moyens dont il dispose, il est centré sur l'observation scientifique de la Terre tout en se laissant la possibilité de se livrer à une observation robotique de la Lune et de Mars (coiffant la Chine *in extremis* pour l'observation martienne).

Vu les ambitions chinoises, il est normal que le programme spatial chinois se tourne vers la quasi-intégralité des domaines spatiaux :

- la prévention des catastrophes terrestres (satellites d'observation de la Terre) ;
- l'expérimentation scientifique au sein de sa propre station spatiale ;
- le programme robotique d'observation de la Lune et de Mars ;
- le programme spatial habité vers la Lune.

Cependant la Chine veut envoyer un (e) taïkonaute vers la Lune sans avoir à sa disposition la fusée adéquate, elle désire créer sa station spatiale alors qu'elle demande de participer à l'ISS (probablement pour des raisons de réduction des coûts). Il semble clair qu'elle n'a pas les moyens budgétaires liés à sa politique et qu'elle devra faire des choix, son programme spatial semble trop ambitieux donc moins réaliste que celui de l'Inde. Il me semble qu'elle devra se limiter aux satellites d'observation de la Terre, aux armes antisatellites, au programme robotique d'observation lunaire et martien, au développement de fusées. A plus long terme on pourrait imaginer la base lunaire et l'envoi de sondes en dehors de notre galaxie (pour des raisons de prestige principalement).

---

<sup>144</sup> La Chine peut même se présenter comme le fournisseur de référence d'applications satellites aux nations émergentes et fortement concurrencer l'Europe sur ce marché.

Notons pour la forme que seule la Nasa vu les budgets « astronomiques » investis couvre l'intégralité des domaines spatiaux<sup>145</sup>.

## 4.5 Contributions indiennes et chinoises à tout projet spatial international d'envergure

Tant que la Chine et l'Inde rattrapent un retard technologique (très relatif selon les secteurs<sup>146</sup>) par rapport à la Russie, aux USA et à l'Europe, ces deux puissances émergentes n'orienteront vraisemblablement pas leurs efforts vers l'innovation technologique (à l'exception peut-être de la station spatiale pour la Chine si le pays doit continuer à la construire seule).

A long terme une fois le retard technologique comblé on pourrait imaginer une situation comparable à celle de l'agence spatiale japonaise qui choisit de se lancer dans des secteurs extrêmement novateurs (propulsion photonique et ionique<sup>147</sup>) moins couverts par l'Esa ou la Nasa<sup>148</sup>.

L'accès à la station spatiale internationale<sup>149</sup> requiert des investissements massifs au moins à la hauteur des pays membres existants. Ceci ne semble pas être la priorité de l'Inde mais sa participation est théoriquement possible. Quant à la Chine, elle dispose certes des

<sup>145</sup> A savoir : la prévention des catastrophes terrestres (satellites d'observation de la Terre, étude des trajectoires des astéroïdes et des trajectoires des comètes), l'expérimentation scientifique au sein de l'ISS, le programme robotique d'observation de la Lune et de Mars, le programme spatial habité vers la Lune et vers Mars, et enfin pour l'exploration spatiale l'emploi de sondes au sein de et en dehors du système solaire.

<sup>146</sup> La Chine se positionne en effet dans le peloton de tête dans les secteurs suivants : récupération de satellites, lancement d'une fusée unique avec plusieurs satellites, lancement de satellites géostationnaires, techniques de télémétrie et de commande. Voir ACUTHAN Jayan Panthamakkada, « Le programme spatial chinois : compétition ou collaboration ? » dans Perspectives chinoises (n° 92), décembre 2005, disponible à l'adresse suivante : <http://perspectiveschinoises.revues.org/931> (consultée le 15 avril 2014).

<sup>147</sup> La mission *Hayabusa 2* de la JAXA prévoit l'envoi d'un orbiteur par propulsion ionique (envoyé fin 2014), l'atterrissement d'un *rover* sur l'astéroïde (162173) 1999 JU<sub>3</sub> (2019) et le retour d'échantillons fin 2020. Voir « List Of The Potentially Hazardous Asteroids ((162173) Ryugu) », The International Astronomical Union, disponible à l'adresse suivante : <http://www.minorplanetcenter.net/iau/lists/PHAs.html> (consultée le 21 décembre 2015). Notons que la propulsion ionique est aussi développée aux USA et par l'Esa (ex. *Smart-1*).

<sup>148</sup> Ainsi la JAXA prévoit d'envoyer des orbiteurs via une propulsion ionique et photonique (on utilise la pression de la radiation solaire comme énergie motrice), de larguer des *landers* sur les satellites troyens de Saturne afin d'en ramener des échantillons. Décollage prévu en 2022 et retour des échantillons sur terre en 2050. Voir LEBRETON Jean-Pierre (Research scientist, C.N.R.S.-University of Orleans) « Rosetta: Exploring Comet 67P/C-G on its journey around the Sun », Air & Space Academy, 2 June 2015, disponible à l'adresse suivante : <http://www.academie-air-espace.com/event/newdetail.php?varId=399&langue=uk> (consultée le 15 juillet 2015) / « Saturn: Moons », Nasa, disponible à l'adresse suivante : <http://solarsystem.nasa.gov/planets/saturn/moons> (consultée le 21 décembre 2015). Télesio et Calypso sont les satellites troyens sur l'orbite de Téthys (lune de Saturne), Hélène et Pollux sont les satellites troyens sur l'orbite de Dioné (lune de Saturne). Les satellites troyens sont dans ce cas des petits corps célestes qui partagent l'orbite d'une lune relativement grosse de Saturne et se trouvent aux alentours des points de Lagrange L4 et L5 de l'orbite de cette lune, c'est-à-dire qu'ils sont situés à 60° en avance ou en retard sur la lune.

<sup>149</sup> Certains se posent la question de savoir si sans la participation de toutes les puissances spatiales (dont la Chine), la Station spatiale internationale représente véritablement un programme international. Certes oui puisque sur un plan théorique une collaboration entre deux pays suffit pour constituer *de facto* un projet international, cependant je suis d'avis que se priver de la troisième puissance spatiale (selon le critère du budget spatial pour l'année 2014) peut légitimement poser question.

moyens financiers mais elle subit le veto américain, elle continuera donc à créer sa propre station.

Le voyage habité n'est techniquement possible que pour la Chine et non pour l'Inde, mais s'il s'agit de concevoir une base lunaire, je suis d'avis que vu les montants à investir, cela serait un projet international par nature. La participation chinoise pourrait là aussi dépendre de l'attitude américaine.

Les questions qui risquent de se poser à l'avenir portent aussi sur le tourisme spatial et la privatisation partielle de l'espace<sup>150</sup> (pour des raisons de revenus et de réduction des coûts). Les deux pays ont déjà démontré leurs compétences technologiques, cependant ces questions pourraient difficilement se poser pour ces deux pays émergents<sup>151</sup> vu le contrôle étatique du secteur et le caractère aléatoire des bénéfices financiers escomptés.

Si l'espace permet de remplacer une logique de domination par une approche de coopération mutuelle (entre nations « spatiales » ou non) visant par les connaissances acquises<sup>152</sup> à assurer la survie de l'espèce humaine par une meilleure gestion des ressources terrestres tout en tenant compte d'impératifs éthiques (non exploitation des ressources des corps célestes) alors les activités spatiales auront rempli un rôle politique majeur.

Laissons le mot de la fin à l'astronaute belge Frank DE WINNE<sup>153</sup>, « l'exploration spatiale doit être mondiale, elle se fera par et pour l'humanité » (malgré les nombreux freins à la collaboration spatiale).

---

<sup>150</sup> Le risque de privatisation s'accroît. La loi américaine du 25 novembre 2015 le démontre. En effet le *Space act* autorise l'usage commercial des importantes richesses minières des astéroïdes et de la Lune : « tout matériau trouvé par un Américain ou une entreprise américaine sur le satellite naturel de la Terre ou sur ces corps célestes lui appartiendra ». Le Luxembourg veut aller dans le même sens. Ainsi, les entreprises privées qui s'installeront au Luxembourg pour se lancer dans ce domaine seront assurées «de leurs droits» sur les ressources qu'elles extraîtront des astéroïdes. Pour rappel, ni les USA ni le Luxembourg n'ont signé le traité sur la Lune et les autres corps célestes de 1979 (interdisant l'exploitation de ressources minières, voir les annexes 5 et 24). Notons qu'un traité international ne s'applique qu'aux États, cette interdiction ne s'applique donc pas aux personnes privées quand bien même les États-Unis auraient signé le traité sur la Lune. Le gouvernement américain veut pouvoir fonctionner l'eau sur les astéroïdes afin de s'en servir comme carburant pour les voyages futurs interplanétaires. Voir GAZZANE Hayat, « Le projet fou du Luxembourg pour exploiter des mines dans l'espace », Le Figaro.fr, 5 février 2016, disponible à l'adresse suivante : <http://www.lefigaro.fr/conjoncture/2016/02/05/20002-20160205ARTFIG00086-le-projet-fou-du-luxembourg-d-exploitation-de-mines-dans-l-espace.php> (consultée le 28 mars 2016) / Congress.gov, « U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act », 25 novembre 2015, disponible à l'adresse suivante : <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/house-bill/2262> (consultée le 28 mars 2016).

<sup>151</sup> Le tourisme spatial n'étant pas du tout d'actualité pour l'Inde, laquelle n'ayant jamais envoyé par ses propres moyens un homme dans l'espace, le voyage habité n'étant d'ailleurs pas sa priorité. Ce n'est pas non plus d'actualité pour la Chine, le voyage habité restant une prérogative exclusivement étatique. Le rendement que l'on peut obtenir via d'autres activités est trop faible et trop incertain que pour intéresser le secteur privé (voir aussi la section 3.3.1).

<sup>152</sup> Je pense notamment et non exhaustivement à la climatologie et au suivi de trajectoire des astéroïdes dans le cadre d'une gestion globale des risques.

<sup>153</sup> DE WINNE Frank (spationaute de l'Esa, deuxième spationaute belge et premier commandant européen de l'ISS), « Mon séjour de 6 mois à bord de l'ISS en 2009 », conférence du 6 septembre 2014 aux journées portes ouvertes du Centre

## 9. Sources

### 9.1 Bibliographie

- DUPAS Alain, *La Nouvelle Conquête spatiale*, éditions Odile Jacob, 2010, 336 p.
- BOREL Denis et SOURBÈS-VERGER Isabelle, *Un empire très céleste : La Chine à la conquête de l'espace*, éditions Dunod, 2008, 275 p.
- DAVID Eric, *Principes de droit des conflits armés*, 5<sup>ème</sup> édition, Bruylant, 2012, 1 152 p,
- AMMAR-ISRAËL Arlène et FELLOUS Jean-Louis, *L'exploration spatiale - au carrefour entre la science et la politique*, CNRS éditions 2011, 329 p.
- DRÉER Francis, *Conquête spatiale - Histoire des vols habités*, éditions ETAI, 2013, 206 p.
- SOURBÈS-VERGER Isabelle, « Russie, Japon, Chine, Inde : quelles politiques spatiales en 2012 ? », p. 61-72 dans Géoéconomie 2012/2 (n° 61), LUCAS Didier, « La reconquête de l'espace », Paris, éditions Choiseul, 128 p.
- CHRÉTIEN Jean-Loup et ALRIC Catherine, *Rêves d'étoiles*, éditions Alphée, 9 avril 2009, 236 p.
- YENNE Bill, *Area 51 - Black Jets : A History of the Aircraft Developed at Groom Lake, America's Secret Aviation*, Zenith Press, March 2014, 192 p.
- KOHLER Pierre et GERMAIN Jean-René, *Von Braun contre Korolev - Duel pour la conquête de l'espace*, éditions Plon, 1993, 277 p.
- CLARKE Lena, *Dans les coulisses d'un vol de Frank De Winne : mon compte à rebours*, éditions Racine, 2010, 240 p.
- CUCCHIARIO Antonio, *Focal : 50 ans d'exploration au Centre spatial de Liège*, éditions Presses Universitaires de Liège, 2014, 74 p.
- EUROCONSULT, *Profiles of Government Space Programs - Analysis of over 80 countries and agencies*, édition 2014, 60 p.
- EUROCONSULT, *Profiles of Government Space Programs - Analysis of over 80 countries and agencies*, édition 2015, 60 p.
- SANTANDER Sebastian (coord.), *L'émergence de nouvelles puissances: vers un système multipolaire ?*, Paris, éditions Ellipses, 2009, 250 p.
- SANTANDER Sebastian (dir.), *Relations internationales et régionalismes. Entre dynamiques internes et projections mondiales*, éditions Presses Universitaires de Liège, 2012, 371 p.
- BATTISTELLA Dario, *Théories des relations internationales*, 5<sup>ème</sup> édition mise à jour, Presses de la Fondation Nationale des Sciences Politiques, juillet 2015, 717 p.
- PAQUIN Stéphane et DESCHÈNES Dany, *Introduction aux relations internationales - Théories, pratiques et enjeux*, éditions Chenelière éducation, 17 août 2009, 406 p.
- BALZACQ Thierry et RAMEL Frédéric, *Traité des relations internationales*, Les presses de sciences Po., Paris, 2013, 1 228 p.
- ROCHE Jean-Jacques, *Théories des relations internationales, clef politique*, éd. Montchrestien, 1999, 160 p.
- FERRY Jean-Marc et LACROIX Justine, *La pensée politique contemporaine*, Bruylant/Larcier, 2000, 433 p.
- WALTZ Kenneth, *Theory of international Politics*, University of California, Berkeley, Addison-Wesley, 1979, 256 p.
- PARSONS Talcott, *Le système des sociétés modernes*, Dunod, 1973, 170 p.
- BACHKATOV Nina, *L'énergie diplomate - Enjeux et effets de la diplomatie énergétique de la Fédération de Russie*, éditions Bruylant, 2012, 262 p.
- WINTGENS Sophie et GRANDJEAN Geoffrey (dir.), *Acteurs émergents : Perspectives pour la gouvernance mondiale*, éditions Presses Universitaires de Liège, 2013, 150 p.
- DAILLER Patrick, FORTEAU Mathias et PELLET Alain, *Droit international public*, éditions L.G.D.J., 8<sup>ème</sup> édition, novembre 2009, 1 722 p.
- PANCRACIO Jean-Paul, *Droit international des espaces (Air, mer, fleuves, terre, cosmos)*, éditions Armand Colin, 6 juillet 1998, 281 p.

- DOLMAN Everett C., *Astropolitik: Classical Geopolitics in the Space Age (Strategy and History)*, Routledge edition, 2001, 224 p.
- BEFFA Jean-Louis, *Les clés de la puissance*, éditions Seuil, 2015, 165 p.
- BALZACQ Thierry , BAUDEWYN Pierre, JAMIN Jérôme, LEGRAND Vincent, PAYE Olivier et SCHIFFINO Nathalie, *Fondements de science politique*, éditions De Boeck, octobre 2014, 440 p.
- NYE Joseph S., *Soft Power: The Means to Success in World Politics*, Public Affairs US New Editions, June 2005, 208 p.
- Tzu Sun, *L'art de la guerre*, éditions Mille et Une Nuit, 3 octobre 1996, 175 p.
- LEFEBRE Jean-Luc, *Stratégie spatiale. Penser la guerre des étoiles, une vision française*, éditions Esprit du livre, 30 juin 2011, 404 p.
- GROUARD Serge, *La guerre en orbite*, éditions Economica, 1<sup>er</sup> janvier 1994, 384 p.
- VILLAIN Jacques, *Satellites espions - Histoire de l'espace militaire mondial*, éditions Vuibert, 2009, 232 p.
- MALAVIALLE Anne-Marie, PASCO Xavier et SOURBÈS-VERGER Isabelle, *Espace et puissance éditions*, Ellipses Marketing, 1<sup>er</sup> juillet 1999, 208 p.
- MILLET-DEVALLE Anne-Sophie (Maître de Conférences (HDR) à l'Université Nice Sophia Antipolis), *Guerre aérienne et droit international humanitaire* (en particulier le chapitre intitulé : « les processus diplomatiques relatifs à l'arsenalisation de l'espace extra-atmosphérique »), éditions A.Pedone, 1<sup>er</sup> avril 2015, 343 p.
- BONIFACE Pascal, *La géopolitique*, éditions Eyrolles Pratique, Octobre 2014, 197 p.
- SOURBÈS-VERGER Isabelle, « Politique spatiale et construction de l'état en Chine », dans Hermès 2002/2 (n° 34), BALME Stéphanie, *L'espace - Enjeux politiques*, C.N.R.S. éditions, 246 p.
- PIRARD Théo, « Chine spatiale: nouveau bond en avant », Athena, avril 2016, 50 p.
- THOMAS Paul, *L'espionnage en Belgique - De la guerre froide à aujourd'hui*, éditions Jourdan 2012, 260 p.
- ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG editions, July 2015, 336 p.
- EUROCONSULT, *Government Space Markets: World Prospects to 2022 : the Space Industry's Essential Assessment of Government Spending in Space Applications : a Euroconsult Research Report, Paris*, 4<sup>th</sup> ed. Euroconsult, 2013, 220 p.
- SOLOMON Stacy, *China's strategy in space*, Springer editions, New York, 2013, 119 p.
- HARVEY Brian, *China in Space: The Great Leap Forward*, Springer editions, New York, 2013, 399 p.
- MOLTZ James Clay, *Asia's Space Race: National Motivations, Regional Rivalries, and International Risks*, Columbia University Press, December 2011, 288 p.
- Imprimerie nationale, *Lexique des règles typographiques en usage à l'imprimerie nationale*, 6<sup>ème</sup> édition, 2002, 196 p.

## 9.2 Sources internet

### Sources générales

- UNESCO, « L'étude des relations internationales : paradigmes contestés », revue trimestrielle, volume XXVI n° 1, 1974, disponible à l'adresse suivante : <http://unesdoc.unesco.org/images/0000/000093/009362fo.pdf> (consultée le 15 février 2016).
- MAMPAEY Luc et STIERNON Christophe, « Dépenses militaires, production et transfert d'armes : Compendium 2015 », Les rapports du GRIP, 8 février 2016, disponible à l'adresse suivante : <http://www.grip.org/sites/grip.org/files/RAPPORTS/2016/2016-2.pdf> (consultée le 15 février 2016).
- Forum de la conquête spatiale, disponible à l'adresse suivante : <http://www.forum-conquete-spatiale.fr/f4-chine> (consultée le 15 mars 2014).
- Destination orbite : « Puissances spatiales ayant réussi une satellisation », disponible à l'adresse suivante : <http://www.destination-orbite.net/lanceurs/liste.php> (consultée le 15 mars 2014).
- Senate Historical Office, « John Glenn : A Featured Biography », United States Senate, disponible à l'adresse suivante : [http://www.senate.gov/artandhistory/history/common/generic/Featured\\_Bio\\_Glenn.htm](http://www.senate.gov/artandhistory/history/common/generic/Featured_Bio_Glenn.htm) (consultée le 09 décembre 2015).

- « Clémence Haigneré », Sanofi, disponible à l'adresse suivante : [http://www.sanofi.com/investisseurs/gouvernement\\_entreprise/conseil\\_administration/bio\\_haignere.aspx](http://www.sanofi.com/investisseurs/gouvernement_entreprise/conseil_administration/bio_haignere.aspx) (consultée le 9 décembre 2015).
- The exoplanet TEAM, « Liste des exoplanètes », The Extrasolar Planets Encyclopaedia, 9 décembre 2015, disponible à l'adresse suivante: <http://exoplanet.eu> (consultée le 9 décembre 2015).
- CHOU Felicia and JOHNSON Michele, « Nasa's Kepler Marks 1,000<sup>th</sup> Exoplanet Discovery, Uncovers More Small Worlds in Habitable Zones », Nasa, 6 January 2015, disponible à l'adresse suivante: <http://www.nasa.gov/press/2015/january/nasa-s-kepler-marks-1000th-exoplanet-discovery-uncovers-more-small-worlds-in> (consultée le 22 décembre 2015)
- « Kepler », CNES (Centre National d'Études Spatiales), disponible à l'adresse suivante : <https://jeunes.cnes.fr/fr/web/CNES-Jeunes-fr/11247-une-nouvelle-planete-nommee-kepler-186f.php> (consultée le 15 novembre 2014).
- « Corot », CNES (Centre National d'Études Spatiales), disponible à l'adresse suivante : <https://corot.cnes.fr/fr/COROT/Fr/index.htm> (consultée le 15 novembre 2014).
- « Mars 500 Project : Simulation of a manned flight to Mars », IMBP, disponible à l'adresse suivante : <http://mars500.imbp.ru/en/about.html>, (consultée le 10 décembre 2015)
- « Mars 500 Project », IMBP (Institute for Bio-Medical Problems - State scientific center of the Russian Federation), disponible à l'adresse suivante : [http://mars500.imbp.ru/en/index\\_e.html](http://mars500.imbp.ru/en/index_e.html) (consultée le 22 décembre 2015)
- Portail Européen de la météorologie spatiale, « The European gateway to Space Weather resources », disponible à l'adresse suivante : <http://www.spaceweather.eu/fr/> (consultée le 15 novembre 2014).
- « Saturn: Moons », Nasa, disponible à l'adresse suivante : <http://solarsystem.nasa.gov/planets/saturn/moons> (consultée le 21 décembre 2015).
- La Presse.CA citant l'AFP (Agence France Presse), « 1ère baisse des budgets spatiaux depuis 20 ans », 13 février 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.lapresse.ca/sciences/astronomie-et-espace/201402/13/01-4738558-premiere-baisse-des-budgets-spatiaux-mondiaux-depuis-20-ans.php> (consultée le 15 novembre 2014).
- « Pourquoi investir dans les programmes spatiaux ? », Radiopulsar News, disponible à l'adresse suivante : <http://www.radiopulsar.net/news/?q=node/312> (consultée le 15 novembre 2014).
- Le Centre spatial de Liège (CSL), disponible à l'adresse suivante : [http://www.csl.ulg.ac.be/jcms/c\\_5053/en/home](http://www.csl.ulg.ac.be/jcms/c_5053/en/home) (consultée le 15 novembre 2014).
- La société Astronomique de Liège, disponible à l'adresse suivante : <http://www.societeastronomiquedeliege.be/> (consultée le 15 mars 2014).
- Sciences politiques et relations internationales, « Le concept de soft power chez Joseph NYE », Politikon.fr, 30 octobre 2012, disponible à l'adresse suivante : <http://politikon.fr/le-soft-power-chez-joseph-nye/> (consultée le 15 novembre 2014).
- ULg : « Missions vers les comètes », disponible à l'adresse suivante : <http://www.astro.ulg.ac.be/~demoulin/missions.htm> (consultée le 15 novembre 2014).
- « Travailler dans l'espace : ce n'est pas de la science-fiction », 65 Space Connection, juillet 2008, disponible à l'adresse suivante : [http://www.belspo.be/belspo/organisation/Publ/pub\\_ostc/sciencecon/22sc2\\_fr.pdf](http://www.belspo.be/belspo/organisation/Publ/pub_ostc/sciencecon/22sc2_fr.pdf) (consulté le 15 mars 2014).
- SARTORIUS EMMANUEL (avec les rapporteurs suivants : SOURBÈS-VERGER Isabelle et PASCO Xavier), « Une ambition spatiale pour l'Europe : Vision française à l'horizon 2030 - Compléments : Exploration spatiale et coopération internationale », Centre d'analyse stratégique, 11 octobre 2011, disponible à l'adresse suivante : <http://archives.strategie.gouv.fr/cas/content/rapport-une-ambition-spatiale-pour-leurope.html> (consulté le 15 avril 2014).
- SOURBÈS-VERGER Isabelle et PASCO Xavier, « Exploration spatiale et coopération internationale », Centre d'analyse stratégique, 11 octobre 2011, disponible à l'adresse suivante : [http://www.planete-mars.com/wp-content/uploads/2011/10/cas\\_rapp\\_espace\\_complement\\_2\\_exploration\\_spatiale.pdf](http://www.planete-mars.com/wp-content/uploads/2011/10/cas_rapp_espace_complement_2_exploration_spatiale.pdf) (consultée le 15 avril 2014).
- POMMIER Lucile, « Inde, Chine...le nouveau visage de la politique spatiale internationale - Dermier mardi de l'espace 2013 sur la politique spatiale des pays émergents », My Science Work, 12 juin 2013, disponible à l'adresse suivante :

<https://www.mysciencework.com/news/10228/inde-chine-le-nouveau-visage-de-la-politique-spatiale-internationale> (consultée le 15 novembre 2014).

- POMMIER Lucile, « Tour du Mondes des nouveaux acteurs du spatial », My Science Work, 21 juin 2013, disponible à l'adresse suivante : <https://www.mysciencework.com/news/10279/inde-chine-corees-iran-tour-du-monde-des-nouveaux-acteurs-du-spatial> (consultée le 25 juillet 2015).
- « Convention Internationale des Télécommunications (ITU) », Bureau International de l'Union Télégraphique, Berne, 1933, disponible à l'adresse suivante : [http://www.itu.int/dms\\_pub/itu-s/oth/02/09/S02090000055201PDFF.PDF](http://www.itu.int/dms_pub/itu-s/oth/02/09/S02090000055201PDFF.PDF) (consultée le 25 juillet 2015).
- DAVENPORT Kelsey, « The Missile Technology Control Regime at a Glance », Arms Control Association, 6 November 2015, disponible à l'adresse suivante : <http://www.armscontrol.org/factsheets/mtcr> (consultée le 10 décembre 2015)
- « FAQ Missile Technology Control Regime », Government of Canada, disponible à l'adresse suivante : <http://www.mtcr.info/english/FAQ-E.html> (consultée le 25 juillet 2015).
- « 2014 Brochure - Government Space Programs, benchmarks & forecasts to 2023 », Euroconsult, 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.euroconsult-ec.com/research/gsp-outlook-benchmarks-2014-brochure.pdf> (consultée le 25 juillet 2015).
- « 2015 Brochure - Government Space Programs, benchmarks & forecasts to 2023 », Euroconsult, 2015, disponible à l'adresse suivante : <http://www.euroconsult-ec.com/research/government-space-forecasts-2015-brochure.pdf> (consultée le 20 décembre 2015).
- « The Space Report 2015 », Space Foundation, 2015, disponible à l'adresse suivante : [http://www.spacefoundation.org/sites/default/files/downloads/The\\_Space\\_Report\\_2015\\_Overview\\_TOC\\_Exhibits.pdf](http://www.spacefoundation.org/sites/default/files/downloads/The_Space_Report_2015_Overview_TOC_Exhibits.pdf) (consultée le 25 juillet 2015).
- AL-EKABI Cenan, « Space Policies, Issues and Trends in 2011-2012 », ESPI (European Space Policy Institute) Report 49, May 2012, disponible à l'adresse suivante : [http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI\\_Report\\_42.pdf](http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI_Report_42.pdf) (consultée le 12 août 2015).
- AL-EKABI Cenan, « Space Policies, Issues and Trends in 2012-2014 », ESPI (European Space Policy Institute) Report 49, November 2014, disponible à l'adresse suivante : [http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI\\_Report\\_49.pdf](http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI_Report_49.pdf) (consultée le 12 août 2015).
- AL-EKABI Cenan, « Space Policies, Issues and Trends in 2014-2015 », ESPI (European Space Policy Institute) Report 54, December 2015, disponible à l'adresse suivante : [http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/Rep54\\_ABA\\_online\\_151123-1852.pdf](http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/Rep54_ABA_online_151123-1852.pdf) (consultée le 10 mars 2016).
- BAUDIN C., « Un tableau historique du programme Ariane », Esa, Août 1995, disponible à l'adresse suivante : <http://www.Esa.int/Esapub/bulletin/bullet83/bau83.htm> (consultée le 22 décembre 2015).
- « International Space Station - Significant challenges may limit onboard research - Report to Congressional Requesters », United States Government Accountability Office (rapport de la Cour des Comptes US destiné aux membres du Congrès), November 2009, disponible à l'adresse suivante : <http://www.gao.gov/new.items/d109.pdf> (consultée le 22 décembre 2015).
- « International Space Station – International Cooperation », Nasa, 29 janvier 1998, disponible à l'adresse suivante : [http://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/cooperation/index.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/station/cooperation/index.html) (consultée le 22 décembre 2015).
- « Topex/Poséidon », CNES, disponible à l'adresse suivante : <http://www.aviso.oceanobs.com/fr/missions/missions-passees/topexposeidon/> (consultée le 22 décembre 2015).
- « The Planetary Society, your place in space », The Planetary Society, disponible à l'adresse suivante, <http://planetary.org/> (consultée le 22 décembre 2015).
- « Asteroid Mining, Deep Space Industries », DSI, disponible à l'adresse suivante : <http://deepspaceindustries.com/> (consultée le 22 décembre 2015).
- « Asteroid prospecting technology is in space today », Planetary Resources, disponible à l'adresse suivante: <http://www.planetaryresources.com/> (consultée le 22 décembre 2015).
- « Conceptual framework », GIGA (German Institute of Global and Area Studies), disponible à l'adresse suivante :

[http://www.giga-hamburg.de/sites/default/files/events/1nd\\_rpn\\_conference\\_conceptual\\_framework.pdf](http://www.giga-hamburg.de/sites/default/files/events/1nd_rpn_conference_conceptual_framework.pdf) (consultée le 25 mars 2016).

## Droit de l'espace

- SMITH D.M., GOODWIN T.W., SCHILLER J.A. : « Challenges to the worldwide supply of helium in the next decade », Air Products and Chemicals Inc, 26/09/2003, disponible à l'adresse suivante :[http://www.stratosolar.com/uploads/5/6/7/1/5671050/29\\_challengestoheliumsupply111003.pdf](http://www.stratosolar.com/uploads/5/6/7/1/5671050/29_challengestoheliumsupply111003.pdf) (consultée le 15 novembre 2014).
- « Traités et principes des Nations Unies relatifs à l'espace extra-atmosphérique », Nations Unies, New York, 2002, disponible à l'adresse suivante :<http://www.unoosa.org/pdf/publications/STSPACE11F.pdf> (consultée le 15 novembre 2014).
- « Moon Agreement », UN, 5 December 1979, disponible à l'adresse suivante :<http://www.mcgill.ca/files/iasl/moon.fr.pdf> (consultée le 15 novembre 2014).
- LISTNER Michael, « The Moon Treaty: failed international law or waiting in the shadows ? », The Space Review, 24 October 2011, disponible à l'adresse suivante :<http://www.thespacereview.com/article/1954/1> (consultée le 15 novembre 2014).
- LAFFERRANDERIE G., « Space Law Questions & Answers », Esa (European Centre for Space Law), disponible à l'adresse suivante :[http://www.Esa.int/SPECIALS/ECSL/SEMU4H2DU8E\\_0.html](http://www.Esa.int/SPECIALS/ECSL/SEMU4H2DU8E_0.html) (consultée le 15 novembre 2014).
- « Traité sur la Lune », Onu, 5 décembre 1979, disponible à l'adresse suivante :<http://www.un.org/fr/disarmament/instruments/tmoon.shtml> (consultée le 15 novembre 2014).
- « Accord régissant les activités des États sur la Lune et les autres corps célestes », Onu, New York, 5 décembre 1979, disponible à l'adresse suivante :[https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg\\_no=XXIV-2&chapter=24&lang=fr](https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXIV-2&chapter=24&lang=fr) (consultée le 15 novembre 2014).
- COURTEIX Simone, « L'accord régissant les activités des Etats sur la lune et les autres corps célestes », dans « Annuaire français de droit international », 1979, volume 25, n° 1, p 203-222, disponible à l'adresse suivante :[http://www.persee.fr/doc/afdi\\_0066-3085\\_1979\\_num\\_25\\_1\\_2154](http://www.persee.fr/doc/afdi_0066-3085_1979_num_25_1_2154) (consultée le 15 novembre 2014).
- AKBAR S., « La Lune, patrimoine commun de l'humanité ? », IFRI (Institut Français des Relations Internationales), disponible à l'adresse suivante :[http://www.ifri.org/files/CFE/CFE\\_note\\_Lune2.pdf](http://www.ifri.org/files/CFE/CFE_note_Lune2.pdf) (consultée le 15 novembre 2014).
- CHOW Tiffany, « Draft International Code of Conduct for Outer Space Activities Fact Sheet », Secure World Foundation, May 2013, disponible à l'adresse suivante :[http://swfound.org/media/83247/icoc\\_factsheet\\_may2013.pdf](http://swfound.org/media/83247/icoc_factsheet_may2013.pdf) (consultée le 15 novembre 2014).
- « The United Nations Committee on Peaceful Uses of Outer Space (Copuos) », Embassy of India, disponible à l'adresse suivante :<http://www.indianembassy.at/pages.php?id=68> (consultée le 15 novembre 2014).
- « The United Nations Committee on Peaceful Uses of Outer Space (Copuos) », disponible à l'adresse suivante :<http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/copuos/index.html> (consultée le 23 septembre 2015).
- « Regional Centres for Space Science and Technology Education », Unoosa (United Nations Office for Outer Space Affairs), disponible à l'adresse suivante :<http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/regional-centres.html> (consultée le 15 novembre 2014).
- « United Nations Office for Outer Space Affairs », Unoosa (Copuos), liste des membres disponible à l'adresse suivante :<http://www.unoosa.org/oosa/en/members/index.html> (consultée le 15 novembre 2014)
- Centre for Space Science and Technology Education in Asia and the Pacific (CSSTEAP), disponible à l'adresse suivante :<http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/regional-centres/cssteap.html> (consultée le 29 décembre 2015).

- « International Traffic in Arms Regulations », U.S. Government Publishing Office, electronic code of federal regulations valid as from 17 December 2015, disponible à l'adresse suivante: <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=272bdc49f38b07396fb22b83605ad60d&mc=true&tpl=/ecf/rbrowse/Title22/22C1subchapM.tpl> (consultée le 21 décembre 2015).
- « Prevention of an Arms Race in Outer Space », United Nations, 10 December 1996, disponible à l'adresse suivante: <http://www.un.org/documents/ga/res/51/a51r044.htm> (consultée le 15 avril 2014).
- « Vers la guerre spatiale » - Défense et Sécurité Internationale (DSI) Hors-Série n° 28, AREION Group, mars 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://www.dsi-presse.com/?p=5597> (consultée le 15 avril 2015).
- « Géopolitique et géostratégie de l'espace », Diplomatie Hors Série n° 9, septembre 2009, disponible à l'adresse suivante : <http://www.diplomatique-presse.com/?p=1330> (consultée le 15 avril 2015).
- VERDURE Christophe, « Droit de l'espace », Futura-Espace, 17 mars 2002, disponible à l'adresse suivante : <http://www.futura-sciences.com/magazines/espace/infos/dossiers/d/astronomie-droit-espace-13/> (consultée le 15 avril 2015).
- « International Space Station Legal Framework », Esa , 19 novembre 2013, disponible à l'adresse suivante : [http://www.Esa.int/Our\\_Activities/Human\\_Spaceflight/International\\_Space\\_Station/International\\_Space\\_Station\\_legal\\_framework](http://www.Esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/International_Space_Station/International_Space_Station_legal_framework) (consultée le 24 juillet 2015).
- POROKHIN Igor (for Roscosmos), « Legal Framework for ISS », Unoosa, 17 avril 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://www.unoosa.org/pdf/pres/lsc2013/tech-05E.pdf> (consultée le 24 juillet 2015).
- « Space Station Treaty » (entering into force on 27 March 2001), US Department of State, 29 January 1998, disponible à l'adresse suivante : <http://www.state.gov/documents/organization/107683.pdf> (consultée le 24 juillet 2015).
- Inter-Agency Space Debris Coordination Committee, disponible à l'adresse suivante : <http://www.iadc-online.org/> (consultée le 24 juillet 2015).
- European Center for Space Law (ECSL) Biennal Report, 2007-2009, disponible à l'adresse suivante: <http://download.Esa.int/docs/ECSL/ECSL-Activity-Report-2007-09.pdf> (consultée le 06 août 2015).
- DE NEVE Alain, « L'espace et les politiques de sécurité et de défense : perspectives d'une approche dual pour la Belgique » , Institut Royal Supérieur de Défense, Sécurité et Stratégie n° 87, 2004, disponible à l'adresse suivante : [http://www.irsd.be/website/images/livres/etudes/VS\\_087.pdf](http://www.irsd.be/website/images/livres/etudes/VS_087.pdf) (consultée le 10 août 2015).
- FARROW J.B., Symposium « Why the Moon ? », International Space University (located in Illkirch-Graffenstaden near Strasbourg, France), Vienna, 16 April 2007, disponible à l'adresse suivante : <http://www.isunet.edu/programs/symposium-previous-symposia> (consultée le 12 août 2015).
- ERELI Adam, Deputy Spokesman, « United States - India Joint Statement On Next Steps in Strategic Partnership », US Department of State Archive, Press Release, 17 September 2004, disponible à l'adresse suivante: <http://2001-2009.state.gov/r/pa/prs/ps/2004/36290.htm> (consultée le 15 novembre 2014).
- « Statement on the Next Steps in Strategic Partnership With India », U.S. Government Publishing Office, 12 January 2004, disponible à l'adresse suivante : <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/WCPD-2004-01-19/pdf/WCPD-2004-01-19-Pg61-2.pdf> (consultée le 15 novembre 2014).
- « International Charter Space and Major Disasters », disponible à l'adresse suivante : <https://www.disasterscharter.org/web/guest/home> (consultée le 15 décembre 2014).
- LASKER John « Race to the Moon for nuclear fuel », Wired.com, 15 décembre 2006 disponible à l'adresse suivante : <http://archive.wired.com/science/space/news/2006/12/72276?currentPage=1> (consultée le 15 décembre 2014).
- « Space Station Treaty », US Department of State, 29 January 1998, disponible à l'adresse suivante: <http://www.state.gov/documents/organization/107683.pdf> (consultée le 15 janvier 2015).
- Congress.gov, « U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act », 25 novembre 2015, disponible à l'adresse suivante : <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/house-bill/2262> (consultée le 28 mars 2016)

- Le Blog de la Résistance, « La loi américaine sur la propriété des ressources minières des astéroïdes promulguée par OBAMA », 26 novembre 2015, disponible à l'adresse suivante : <https://resistanceauthentique.wordpress.com/2015/11/26/la-loi-americaine-sur-la-propriete-des-resources-minieres-des-asteroides-promulguee-par-obama/> (consultée le 28 mars 2016)
- SEIBT Sébastien, « Espace : le Sénat américain vote l'autorisation d'exploiter les astéroïdes », France 24, 13 novembre 2015, disponible à l'adresse suivante : <http://www.france24.com/fr/20151112-espace-entreprise-americaine-asteroide-economie-commerce-loi-senat> (consultée le 28 mars 2016).
- MOTHERBOARD, « L'exploitation minière des astéroïdes est désormais légale pour les américains », 1<sup>er</sup> décembre 2015, disponible à l'adresse suivante : <http://motherboard.vice.com/fr/read/les-etats-unis-autorisent-lexploitation-des-astrodes-pour-les-amricains> (consultée le 28 mars 2016).
- ODUNTAN Gbenga (University of Kent), « Who owns space? Looking at the US asteroid-mining act », The Register, 27 November 2015, disponible à l'adresse suivante : [http://www.theregister.co.uk/2015/11/27/asteroid\\_mining\\_act/](http://www.theregister.co.uk/2015/11/27/asteroid_mining_act/) (consultée le 28 mars 2016).
- GAZZANE Hayat, « Le projet fou du Luxembourg pour exploiter des mines dans l'espace », Le Figaro.fr, 5 février 2016, disponible à l'adresse suivante : <http://www.lefigaro.fr/conjoncture/2016/02/05/20002-20160205ARTFIG00086-le-projet-fou-du-luxembourg-d-exploitation-de-mines-dans-l-espace.php> (consultée le 28 mars 2016).
- MCGRATH Meredith, « Small country, big Universe - Luxembourg aims for space business », Reuters, 3 February 2016, disponible à l'adresse suivante : <http://www.reuters.com/article/us-luxembourg-space-mining-idUSKCN0VC1T3> (consultée le 28 mars 2016).
- ARON Jacob, « Luxembourg's asteroid mining bid is Europe's first », The New Scientist, 3 February 2016, disponible à l'adresse suivante : <https://www.newscientist.com/article/2076253-luxembourgs-asteroid-mining-bid-is-europe-first/> (consultée le 28 mars 2016).

#### Traité sur l'Antarctique

- « Traité sur l'Antarctique », Bureau des affaires du désarmement des Nations Unies, 1<sup>er</sup> décembre 1959, disponible à l'adresse suivante : <http://www.un.org/fr/disarmament/instruments/tant.shtml> (consultée le 15 novembre 2014).
- « Protocole de 1991 au traité sur l'Antarctique relatif à la protection de l'environnement », Onu, 4 octobre 1991, disponible à l'adresse suivante : <http://www.ats.aq/f/ep.htm> (consultée le 15 novembre 2014).

#### L'Inde

- « Indian Space Research Organisation », ISRO, disponible à l'adresse suivante : <http://www.isro.org/> (consultée le 15 novembre 2014).
- BOQUÉRAT Gilles, « L'évolution des relations militaires indo-russes - Note de consultance au profit de la Délégation aux Affaires Stratégiques (DAS) du ministère de la Défense », IFRI (Institut français des relations internationales), disponible à l'adresse suivante : [http://www.defense.gouv.fr/content/download/17900/154394/file/eps2010\\_relations\\_inde\\_russie.pdf](http://www.defense.gouv.fr/content/download/17900/154394/file/eps2010_relations_inde_russie.pdf) (consultée le 15 novembre 2014).
- Sputnik France, « Russie-Inde : accord sur l'utilisation militaire de Glonass », 12 mars 2010, disponible à l'adresse suivante : <http://fr.sputniknews.com/defense/20100312/186236873.html> (consultée le 15 novembre 2014)
- Sputnik News (anciennement « la voix de la Russie »), « L'Inde et la Chine à la conquête de l'espace », 4 décembre 2013, disponible à l'adresse suivante : [http://fr.sputniknews.com/french.ruvr.ru/2013\\_12\\_04/LInde-et-la-Chine-a-la-conquete-de-lespace-8901/](http://fr.sputniknews.com/french.ruvr.ru/2013_12_04/LInde-et-la-Chine-a-la-conquete-de-lespace-8901/) (consultée le 15 avril 2014).
- SAN Louis, « Pourquoi les pays émergents se lancent dans la conquête spatiale ? », Le Monde, 14 décembre 2013, disponible à l'adresse suivante : [http://www.francetvinfo.fr/monde/pourquoi-les-pays-emergents-se-lancent-dans-la-conquete-spatiale\\_450728.html](http://www.francetvinfo.fr/monde/pourquoi-les-pays-emergents-se-lancent-dans-la-conquete-spatiale_450728.html) (consultée le 15 novembre 2014).
- « Le programme spatial Indien », La Revue mensuelle n° 71 : Robotique, vie artificielle, réalité virtuelle, disponible à l'adresse suivante : <http://www.admiroutes.asso.fr/larevue/2006/71/inde.htm> (consultée le 15 novembre 2014).

- IANS, « Mars Orbiter Mission extended for another 6 months», IndiaToday, 24 mars 2015, disponible à l'adresse suivante :  
<http://indiatoday.intoday.in/story/mars-orbiter-mission-red-planet-nasa-maven/1/425499.html>  
 (consultée le 9 décembre 2015).
- Sputnik France, « Une société spatiale privée russe créera deux satellites pour l'Inde », Sciences et Espace, 15 juillet 2014 : <http://fr.ria.ru/science/20140715/201833410.html> (consultée le 15 novembre 2014).
- DE AMORIN Jimmy, BLERON Alexandre et FOURET Julien, « Space Shuttle : l'exploration spatiale économique », 2007, disponible à l'adresse suivante :  
<http://spaceconquest.pagesperso-orange.fr/SpaceShuttle.htm> (consultée le 15 novembre 2014)
- DE AMORIN Jimmy, BLERON Alexandre et FOURET Julien, « Les moyens de propulsion dans l'espace », 2007, disponible à l'adresse suivante :  
<http://spaceconquest.pagesperso-orange.fr/Propulsion.htm> (consultée le 15 novembre 2014).
- The Economic Times, « Chandrayaan-2 will be Indo-Russian mission: ISRO lab director », 22 January 2013, disponible à l'adresse suivante :  
[http://articles.economictimes.indiatimes.com/2013-01-22/news/36484644\\_1\\_chandrayaan-2-moon-mission-second-lunar-mission](http://articles.economictimes.indiatimes.com/2013-01-22/news/36484644_1_chandrayaan-2-moon-mission-second-lunar-mission) (consultée le 15 novembre 2014).
- NANJAPPA Vicky, « Chandrayaan-2 », 10 janvier 2014, disponible à l'adresse suivante :  
<http://vickynanjappa.com/2014/01/10/chandrayaan-2/> (consultée le 15 novembre 2014)
- « Chandrayaan-2 », ISRO, disponible à l'adresse suivante : <http://www.isro.gov.in/chandrayaan-2> (consultée le 15 novembre 2014).
- ALAM Ameer, « Indian Space Probe "Chandrayaan-1" », Pak Alumni Worldwide - The Global Social Network, 3 décembre 2008, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.pakalumni.com/profiles/blog/show?id=1119293%3ABlogPost%3A62974> (consultée le 15 novembre 2014).
- « Indian Space Programme », ISRO, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.isro.gov.in/newsletters/contents/spaceindia/apr2011-dec2011/article0.htm> (consultée le 15 novembre 2014)
- « ISRO - Glimpses of Indian Space Programme », disponible à l'adresse suivante :  
<http://pillownaut.com/intl/isro1.html> (consultée le 22 décembre 2015).
- « Mars Orbiter Mission - Spacecraft & Mission », Spaceflight101.com, disponible à l'adresse suivante : <http://spaceflight101.com/mom/mars-orbiter-mission/> (consultée le 15 novembre 2014)
- ISRO, « Mars Orbiter Mission », disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.isro.gov.in/pslv-c25-mars-orbiter-mission> (consultée le 27 juillet 2015).
- « L'espace entre Liège et l'Inde », Université de Liège, disponible à l'adresse suivante :  
[http://www.ulg.ac.be/cms/c\\_3795689/fr/l-espace-entre-liege-et-l-indre](http://www.ulg.ac.be/cms/c_3795689/fr/l-espace-entre-liege-et-l-indre) (consultée le 15 novembre 2014).
- « Le Centre spatial de Liège », CSL, disponible à l'adresse suivante :  
[http://www.csl.ulg.ac.be/jcms/c\\_5053/en/home](http://www.csl.ulg.ac.be/jcms/c_5053/en/home) (consultée le 15 novembre 2014).
- « AMOS », société dénommée « Advanced Mechanical and Optical Systems » disponible à l'adresse suivante : <http://amos.be/> (consultée le 15 novembre 2014).
- DECOURT Rémy, « La Chine réagit à l'arrivée de l'Inde autour de Mars », Futura-Sciences, 30 septembre 2014, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.futura-sciences.com/magazines/espace/infos/actu/d/exploration-martienne-chine-reagit-arrivee-inde-autour-mars-55414/> (consultée le 15 novembre 2014).
- AFP, « Mars : L'Inde complètement spatiale! », Le Point.fr, 24 septembre 2014, disponible à l'adresse suivante :  
[http://www.lepoint.fr/astronomie/mars-l-inde-completement-spatiale-24-09-2014-1865977\\_1925.php](http://www.lepoint.fr/astronomie/mars-l-inde-completement-spatiale-24-09-2014-1865977_1925.php) (consultée le 15 novembre 2014).
- VEY Christian, « L'Inde place une sonde en orbite autour de Mars », Le Figaro.fr , 24 septembre 2014, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.lefigaro.fr/sciences/2014/09/24/01008-20140924ARTFIG00289-l-inde-place-une-sonde-en-orbite-autour-de-mars.php> (consultée le 15 novembre 2014)
- KRAMNICK Ilia, « Le 1er satellite militaire Indien, effet de mode ou nécessité ? », Sputnik News, 8 juin 2012 : [http://french.ruvr.ru/2012\\_06\\_08/Inde-satellite-militaire-lancement/](http://french.ruvr.ru/2012_06_08/Inde-satellite-militaire-lancement/) (consultée le 15 novembre 2014).
- LAGNEAU Laurent, « L'Inde lance un satellite de reconnaissance », Zone militaire Opex 360.com, 20 avril 2009, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.opex360.com/2009/04/20/linde-lance-un-satellite-espion/>

- (consultée le 15 novembre 2014).
- EFE, « Les spécialistes indiens ont annoncé la mise en orbite réussie du satellite militaire GSAT-7 de fabrication indienne », Sputniknews.com, 30 août 2013, disponible à l'adresse suivante : [http://fr.sputniknews.com/french.ruvr.ru/news/2013\\_08\\_30/LInde-a-mis-en-orbite-son-premier-satellite-militaire-6610/](http://fr.sputniknews.com/french.ruvr.ru/news/2013_08_30/LInde-a-mis-en-orbite-son-premier-satellite-militaire-6610/) (consultée le 15 novembre 2014).
  - GAILLARD-SBOROWSKI Florence, PUIG Emmanuel, SOUBES-VERGER Isabelle, « Analyse comparée de la stratégie spatiale des pays émergents : Brésil, Inde, Chine », Etudes de l'ISREM (Institut de Recherche Stratégique de l'Ecole Militaire) n° 15, 2012, 310 p., disponible à l'adresse suivante : <http://www.defense.gouv.fr/content/download/165789/1779553/file/Etude15-2012.pdf> (consultée le 15 mai 2015).
  - ISRO, « Annual report 2013-2014 », Government of India, Department of Space, disponible à l'adresse suivante: <http://www.isro.org/rep2014/Highlights.html> (consultée le 15 novembre 2014).
  - ISRO, « Annual report 2014-2015 », Government of India, Department of Space, disponible à l'adresse suivante : <http://www.isro.gov.in/sites/default/files/article-files/right-to-information/AR2014-15.pdf> (consultée le 15 novembre 2014)
  - ISRO, « Outcome budget of the Department of Space Government of India 2013-2014 », disponible à l'adresse suivante : <http://www.isro.org/pdf/Outcome%20budget2013-14.pdf> (consultée le 15 novembre 2014).
  - ISRO, « Outcome budget of the Department of Space Government of India 2014-2015 », disponible à l'adresse suivante:  
[http://www.isro.org/sites/default/files/article-files/right-to-information/BUDGET\\_AT\\_A\\_GLANCE.pdf](http://www.isro.org/sites/default/files/article-files/right-to-information/BUDGET_AT_A_GLANCE.pdf) (consultée le 28 décembre 2015).
  - ISRO, « Organisation structure », disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.isro.org/about-isro/organisation-structure> (consultée le 28 décembre 2015)
  - ISRO, « Number of Officers/Employees and Structure of Emoluments », disponible à l'adresse suivante <http://www.isro.org/pdf/rit10.pdf> (consultée le 15 novembre 2014).
  - ISRO, « Human Resources Report», disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.isro.org/pdf/HumanResources.pdf> (consultée le 15 novembre 2014).
  - ISRO, « Notes on demands for Grants 2014-2015 », Indian Department of Space, disponible à l'adresse suivante : <http://indiabudget.nic.in/ub2014-15/eb/sbe92.pdf> (consultée le 15 novembre 2014).
  - IANS (Indo-Asian News Service), « India plans second Mars mission in 2018 », IBN Live, 29 octobre 2014, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.ibnlive.com/news/india/india-plans-second-mars-mission-in-2018-723053.html> (consultée le 15 novembre 2014).
  - CNES, « Les pays émergents du spatial : pourquoi conquérir l'espace ? », 19 août 2012, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.cnes-jeunes.fr/web/CNES-Jeunes-fr/10260-les-pays-emergents-a-la-conquete-de-l-espace.php> (consultée le 15 novembre 2014).
  - « Society of Indian Aerospace Technologies and Industries », SIATI, disponible à l'adresse suivante : <http://www.siati.org/> (consultée le 15 novembre 2014).
  - « Hindustan Aeronautics Ltd », HAL, disponible à l'adresse suivante : <http://hal-india.com/> (consultée le 15 novembre 2014).
  - « Defense Research Development Organisation », DRDO, site disponible à l'adresse suivante : <http://www.drdo.gov.in/drdo/English/index.jsp?pg=homebody.jsp> (consultée le 15 novembre 2014)
  - « Bharat Electronics Ltd », Bharat Electronics Limited (Gouvernement of India, Ministry of Defence), site disponible à l'adresse suivante: <http://www.bel-india.com/> (consultée le 15 novembre 2014).
  - « Bharat Dynamics Ltd », Bharat Dynamics Limited (A Gouvernement of India Enterprise), site disponible à l'adresse suivante : <http://bdl.gov.in/> (consultée le 22 décembre 2015).
  - « BEML Limited », Bharat Earth Movers Limited, site disponible à l'adresse suivante : <http://www.bemlindia.com/> (consultée le 15 novembre 2014).
  - « Indian Ordnance Factories », Ordnance Factory Board, site disponible à l'adresse suivante : <http://ofbindia.gov.in/index.php> (consultée le 15 novembre 2014).
  - « Mishra Dhatu Nigam Ltd », Mishra Dhatu Nigam Limited (A Government of India Enterprise, Ministry of Defence), site disponible à l'adresse suivante : <http://www.midhani.gov.in/> (consultée le 15 novembre 2014).
  - « Brahmos Aerospace », Brahmos Aerospace, site disponible à l'adresse suivante : <http://www.brahmos.com/> (consultée le 15 novembre 2014).

- « Aerospace Industry in India », Defence Aerospace.com, site disponible à l'adresse suivante : <http://www.defense-aerospace.com/articles-view/feature/5/102287/quick-overview-of-india%280%99s-aerospace-industry.html> (consulté le 15 novembre 2014)
- « Aerospace Companies in India », Amritt Ventures, site disponible à l'adresse suivante : <http://www.amritt.com/industries/aerospacedefense/aerospace-companies-in-india/> (consultée le 15 novembre 2014)
- « Experts Asie-Pacifique au sein de l'AWEX », AWEX (Agence Wallonne à l'exportation et aux investissements étrangers), disponible à l'adresse suivante : [http://www.awex.be/fr-BE/Contacts/Services\\_geographiques/Pages/ResultatsContactsExpertsMarches.aspx?country=Inde](http://www.awex.be/fr-BE/Contacts/Services_geographiques/Pages/ResultatsContactsExpertsMarches.aspx?country=Inde) (consultée le 15 novembre 2014).
- « Belgium Satellite Services », BSS (CEO has Indian nationality and worked previously at ISRO), disponible à l'adresse suivante: <http://www.bssteleport.com/belgium-satellite-services.html> (consultée le 15 novembre 2014).
- « Le miroir liquide liégeois bientôt installé en Inde », Le 15<sup>ème</sup> jour du mois, mensuel de l'ULg, 26 novembre 2009, disponible à l'adresse suivante : [http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/29997/1/2009 sera\\_t%C3%A9lescopique.pdf](http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/29997/1/2009 sera_t%C3%A9lescopique.pdf) (consultée le 22 mai 2015).
- SAINT-MEZARD Isabelle, « Chine/Inde : une frontière au bord de l'explosion », Atlantico.fr, 6 février 2012, disponible à l'adresse suivante : <http://www.atlantico.fr/decryptage/chine-inde-violences-frontieres-isabelle-saint-mezard-280566.html> (consultée le 22 mai 2015).
- « The World Factbook », Central Intelligence Agency, 19 novembre 2015, disponible à l'adresse suivante : <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/in.html> (consultée le 22 mai 2015).
- FROST Robert, « Why doesn't India have any involvement in the ISS ? », Quora.com, 12 April 2014, disponible à l'adresse suivante : <https://www.quora.com/Why-doesnt-India-have-any-involvement-on-the-ISS-despite-ISRO-being-one-of-the-top-space-agencies> (consultée le 22 mai 2015).
- MORROW Skip, « Can India come up with their own space station or will ISRO join ISS as a new partner ? », Quora.com, 22 November 2013, disponible à l'adresse suivante : <https://www.quora.com/Can-India-come-up-with-their-own-space-station-or-will-ISRO-join-international-space-station-as-a-new-partner> (consultée le 15 juin 2015).

### La Chine

- CNSA (China National Space Administration), disponible à l'adresse suivante : <http://www.cnsa.gov.cn/n615709/cindex-linshi.html> (consultée le 15 avril 2014).
- « China National Space Administration organisation chart », CNSA, site disponible à l'adresse suivante: <http://www.cnsa.gov.cn/n360696/n361213/n361348/532714.html> (consultée le 17 juillet 2015).
- CAMCOM ESPACE, « Le programme Shenzou », disponible à l'adresse suivante : <http://www.capcomespace.net/dossiers/chine/shenzhou.htm> (consultée le 15 avril 2014).
- PULTAROVA Tereza, « Chinese space capsule reaches its Heavenly Palace », Engineering & Technology Magazine, 13 juin 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://eandt.theiet.org/news/2013/jun/shenzhou-docking.cfm> (consultée le 15 avril 2014).
- ACUTHAN Jayan Panthamakkada, « Le programme spatial chinois : compétition ou collaboration ? » dans Perspectives chinoises (n° 92), décembre 2005, disponible à l'adresse suivante : <http://perspectiveschinoises.revues.org/931> (consultée le 15 avril 2014).
- CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES, « La nouvelle conquête spatiale », CNES, 13 janvier 2010, disponible à l'adresse suivante : <https://cnes.fr/fr/web/CNES-fr/8869-la-nouvelle-conquete-spatiale.php> (consultée le 15 avril 2014).
- LA RÉDACTION D'E&R, « Chine/États-Unis : les prémisses d'une guerre froide spatiale », Egalité & Réconciliation, 17 octobre 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://www.egaliteetreconciliation.fr/Chine-Etats-Unis-les-premices-d'une-Guerre-froide-spatiale-20787.html> (consultée le 15 avril 2014).
- AFP, « La Chine dévoile un ambitieux programme spatial », Le Monde.fr, 30 décembre 2011, disponible à l'adresse suivante : [http://www.lemonde.fr/asie-pacifique/article/2011/12/30/la-chine-devoile-un-ambitieux-programme-spatial\\_1624371\\_3216.html](http://www.lemonde.fr/asie-pacifique/article/2011/12/30/la-chine-devoile-un-ambitieux-programme-spatial_1624371_3216.html) (consultée le 15 avril 2014).

- VANLERBERGHE Cyrille, « La Chine va construire une fusée lunaire géante », Le Figaro.fr, 8 décembre 2014, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.lefigaro.fr/sciences/2014/12/08/01008-20141208ARTFIG00310-la-chine-va-construire-une-fusee-lunaire-geante.php> (consultée le 15 février 2016).
- AFP, « La "Longue marche" de la Chine vers la Lune passe par ce lanceur "super lourd" », Sciences et Avenir, 8 décembre 2014, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.sciencesetavenir.fr/espace/20141209.OBS7320/la-longue-marche-de-la-chine-vers-la-lune-passe-par-ce-lanceur-super-lourd.html> (consultée le 15 février 2016).
- DECOURT Rémy, « Spatial chinois : en 2016, 20 tirs, 3 taïkonautes, 2 lanceurs et 1 module orbital », Futura-Sciences, 13 janvier 2016, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.futura-sciences.com/magazines/espace/infos/actu/d/astronautique-spatial-chinois-2016-20-tirs-3-taikonautes-2-lanceurs-1-module-orbital-61182/> (consultée le 15 février 2016).
- DECOURT Rémy, « La chine présente son projet de station spatiale à l'horizon 2020 », Futura-Sciences, 25 novembre 2013, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.futura-sciences.com/magazines/espace/infos/actu/d/astronautique-chine-presente-son-projet-station-spatiale-horizon-2020-50278/> (consultée le 15 avril 2014).
- DECOURT Rémy, « La chine confirme son lancement de Tiangong-2 en 2015 », Futura Sciences, 4 juillet 2013, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.futura-sciences.com/magazines/espace/infos/actu/d/astronautique-chine-confirme-lancement-tiangong-2-2015-47516/> (consultée le 15 avril 2014).
- DECOURT Rémy, « Retour sur terre des 3 taïkonautes de Shenzhou-10 », Futura-Sciences, 27 juin 2013, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.futura-sciences.com/magazines/espace/infos/actu/d/astronautique-retour-terre-trois-tai-konautes-shenzhou-10-47391/> (consultée le 15 avril 2014).
- DECOURT Rémy, « La Chine veut un lanceur de 100 tonnes pour aller sur la Lune », Futura-Sciences, 9 mars 2012, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.futura-sciences.com/magazines/espace/infos/actu/d/astronautique-chine-veut-lanceur-100-tonnes-aller-lune-37277/> (consultée le 15 avril 2014).
- DUFOUR Jean-François, « Ma Xingrui, le « patron » du programme spatial chinois », La Tribune.fr, 16 décembre 2013, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.latribune.fr/blogs/pekin-business/20131213trib000800919/ma-xingrui-le-patron-du-programme-spatial-chinois.html> (consultée le 15 avril 2014).
- Libération : « Conquête spatiale chinoise – plus dure est la chute », disponible à l'adresse suivante :  
[http://www.liberation.fr/monde/2013/12/05/l-envers-de-la-conquete-spatiale-chinoise\\_964191](http://www.liberation.fr/monde/2013/12/05/l-envers-de-la-conquete-spatiale-chinoise_964191) (consultée le 15 avril 2014).
- KACHINE Vassili, « La Chine pourrait réduire ses programmes spatiaux », Sputniknews.com, 25 décembre 2013, disponible à l'adresse suivante :  
[http://fr.sputniknews.com/french.ruvr.ru/2013\\_12\\_25/La-Chine-pourrait-reduire-ses-programmes-spatiaux-4767/](http://fr.sputniknews.com/french.ruvr.ru/2013_12_25/La-Chine-pourrait-reduire-ses-programmes-spatiaux-4767/) (consultée le 15 avril 2014).
- « Les chinois sont en quête de reconnaissance spatiale », L'Express.fr, 24 septembre 2008, disponible à l'adresse suivante :  
[http://www.lexpress.fr/actualite/sciences/les-chinois-sont-en-quete-de-reconnaissance-spatiale\\_574839.html](http://www.lexpress.fr/actualite/sciences/les-chinois-sont-en-quete-de-reconnaissance-spatiale_574839.html) (consultée le 15 avril 2014).
- VEY Tristan, « La Chine a réussi à poser en douceur une sonde spatiale sur la lune », Le Figaro.fr, 14 décembre 2013, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.lefigaro.fr/sciences/2013/12/14/01008-20131214ARTFIG00307-la-chine-tente-de-se-poser-sur-la-lune.php> (consultée le 15 avril 2014).
- « La Chine et l'Iran à la conquête de l'espace », L'humanité.fr, 14 décembre 2013, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.humanite.fr/monde/la-chine-et-liran-la-conquete-de-lespace-555306> (consultée le 15 avril 2014).
- MENNESSIER Marc, « Les Chinois veulent marcher sur la Lune », Le Figaro.fr, 30 décembre 2011, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.lefigaro.fr/international/2011/12/30/01003-20111230ARTFIG00378-les-chinois-veulent-marcher-sur-la-lune.php> (consultée le 15 avril 2014).
- LABRECQUE Charles-Louis, BOURASSA Hugo, HERVOUET Gérard, « La puissance militaire de la Chine », Université Laval (Hautes Etudes Internationales), juin 2011, disponible à l'adresse suivante :

- [http://www.cms.fss.ulaval.ca/recherche/upload/hei/fichiers/modernisation\\_militaire\\_de\\_la\\_chine\\_1\\_1.pdf](http://www.cms.fss.ulaval.ca/recherche/upload/hei/fichiers/modernisation_militaire_de_la_chine_1_1.pdf) (consultée le 15 avril 2014).
- WENQING Li, PENG Xiaobo, SHEN Lin, ZHAOHUI Gao, SHENGBAO Wu, SHUO Li, « Manned Lunar Launching Mode and the Requirement for heavy Launch Vehicle », International Astronautical Federation, 64rd International Astronautical Congress, Beijing, 2013, disponible à l'adresse suivante :  
<http://forum.nasaspacesflight.com/index.php?action=dlattach;topic=8447.0;attach=545818>  
(consultée le 15 avril 2014).
  - DEPONT Alexandre, « Les dessous de la conquête spatiale chinoise », Milkipress, 24 juillet 2013, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.milkipress.fr/2013-07-24-les-dessous-de-la-conquete-spatiale-chinoise.html> (consultée le 15 avril 2014).
  - PENENT Guilhem, « la Chine à la conquête de l'espace : petit guide critique », Perspectives internationales, 13 novembre 2012, disponible à l'adresse suivante :  
<http://perspectivesinternationales.com/?p=502> (consulté le 15 avril 2014).
  - DE NEVE Alain (chercheur au centre d'études de sécurité et défense), « Les programmes spatiaux russes et chinois : ambitions politiques, contraintes institutionnelles et dimension technologique », Institut Royal Supérieur de Défense, Sécurité et Stratégie n° 117, avril 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.irsd.be/website/images/livres/etudes/vs117.pdf> (consultée le 7 mai 2015).
  - AFP, « La croissance de la Chine a été de 9,2 % en 2011 », Le Monde Asie-Pacifique, 17 janvier 2012, disponible à l'adresse suivante :  
[http://www.lemonde.fr/asie-pacifique/article/2012/01/17/la-croissance-de-la-chine-a-ete-de-9-2-en-2011\\_1630485\\_3216.html](http://www.lemonde.fr/asie-pacifique/article/2012/01/17/la-croissance-de-la-chine-a-ete-de-9-2-en-2011_1630485_3216.html) (consultée le 7 mai 2015).
  - Osimint.com : « China's Wenchang Satellite Launch Center » :  
<http://osimint.com/2013/12/14/chinas-wenchang-satellite-launch-center-progress/> (consulté le 7 mai 2015).
  - « Asia Pacific Space Cooperation Organization (APSCO) », Pakistan Space and Upper Atmosphere Research Commission (Suparco) from National Space Agency of Pakistan, disponible à l'adresse suivante : <http://www.suparco.gov.pk/pages/apsco.asp> (consultée le 17 juillet 2015)
  - « Asia Pacific Space Cooperation Organization », APSCO, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.apSCO.int/> (consultée le 17 juillet 2015).
  - THE ASSOCIATED PRESS, « China wants a role in Space Station », CNN.com, 16 octobre 2007, disponible à l'adresse suivante :  
<http://web.archive.org/web/20080314104006/http://www.cnn.com/2007/TECH/space/10/16/china.space.ap/index.html> (consultée le 17 juillet 2015).
  - « La localisation des sites de lancement », Osimint.com, disponible à l'adresse suivante :  
<http://osimint.com/2013/12/14/chinas-wenchang-satellite-launch-center-progress/> (consultée le 15 avril 2014).
  - « China Aerospace Science & Technology Corporation », CASC, disponible à l'adresse suivante :  
<http://english.spacechina.com/n16421/index.html> (consultée le 17 juillet 2015).
  - « China Aerospace Science & Industry Corporation », CASIC, disponible à l'adresse suivante :  
<http://english.casic.cn/> (consultée le 17 juillet 2015).
  - « C-BERS (China-Brazil Earth Resources Satellite) Programme », INPE (Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais), disponible à l'adresse suivante : <http://www.cbers.inpe.br/ingles/> (consultée le 10 décembre 2015).
  - XINHUA NEWS, « China plans 'KuaFu Mission' for Sun probe », China Daily, 20/07/2006, disponible à l'adresse suivante : [http://www.chinadaily.com.cn/china/2006-07/20/content\\_645326.htm](http://www.chinadaily.com.cn/china/2006-07/20/content_645326.htm) (consultée le 17 juillet 2015).
  - ZAK Anatoly, « Disaster at Xichang - An eyewitness speaks publicly for the first time about history's worst launch accident », Air & Space Smithsonian, 1<sup>er</sup> février 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://www.airspacemag.com/history-of-flight/disaster-at-xichang-2873673/?no-ist=> (consultée le 28 juillet 2015).
  - « China Space Activities in 2011 », White Papers of the Government of China (five year plan for 2011-2016), Beijing, 29 December 2011, disponible à l'adresse suivante :  
[http://www.china.org.cn/government/whitepaper/node\\_7145648.htm](http://www.china.org.cn/government/whitepaper/node_7145648.htm) (consultée le 12 août 2015).
  - « White paper on China's Space Activities in 2011 », Institut espagnol des études stratégiques (ministère de la défense), décembre 2011, disponible à l'adresse suivante :

[http://www.ieee.es/Galerias/fichero/OtrasPublicaciones/Internacional/White\\_Paper\\_ChinaSpace\\_Activities\\_in\\_China\\_gov.pdf](http://www.ieee.es/Galerias/fichero/OtrasPublicaciones/Internacional/White_Paper_ChinaSpace_Activities_in_China_gov.pdf) (consultée le 29 septembre 2015).

- CelesTrack.com (liste des débris spatiaux générés par le tir ASAT chinois de 2007 selon les données du NORAD (North American Aerospace Defense Command), disponible à l'adresse suivante : <http://www.celestak.com/NORAD/elements/1999-025.txt> (consultée le 26 août 2015))
- « State Administration for Science, Technology and Industry for National Defence (SASTIND) », NTI, 10 août 2012, disponible à l'adresse suivante: <http://www.nti.org/facilities/884/> (consultée le 21 septembre 2015).
- « Commission for Science, Technology and Industry for National Defense », COSTIND, disponible à l'adresse suivante: [http://www.gov.cn/english/2005-10/01/content\\_212487.htm](http://www.gov.cn/english/2005-10/01/content_212487.htm) (consultée le 21 septembre 2015).
- SPUTNIK NEWS, « Reshetin sentenced to 11,5 years for passing technology to China », 3 December 2007, disponible à l'adresse suivante : <http://sputniknews.com/russia/20071203/90747889.html> (consulté le 23 septembre 2015).
- XINHUA NEWS, « Xi pledges “great renewal of Chinese nation” », Liu editor, 29 november 2012, disponible à l'adresse suivante : [http://news.xinhuanet.com/english/china/2012-11/29/c\\_132008231.htm](http://news.xinhuanet.com/english/china/2012-11/29/c_132008231.htm) (consultée le 29 septembre 2015).
- EVANS Ben, « A Red flag on a Red Planet - China's Mars ambitions », AmericaSpace, 15 October 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://www.americaspace.com/?p=43535> (consultée le 29 septembre 2015).
- « CFOSAT », CERSAT (laboratoire d'océanographie spatiale), disponible à l'adresse suivante : <http://cersat.ifremer.fr/oceanography-from-space/missions/cfosat> (consulté le 15 juin 2015).
- THE INTERNATIONAL ASTRONAUTICAL FEDERATION, « Nasa Constellation Plan », 64<sup>th</sup> International Astronautical Congress, Beijing, 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://forum.nasaspacesflight.com/index.php?action=dlattach;topic=8447.0;attach=545818> (consultée le 15 novembre 2014).
- WILKS Jeremy, « Les chinois sur la lune: dans les pas des grandes nations spatiales », Euronews, 18 décembre 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://fr.euronews.com/2013/12/18/les-chinois-sur-la-lune-dans-les-pas-des-grandes-nations-spatiales/> (consultée le 15 avril 2014).
- XINHUA NEWS, « Xi pledges great renewal of Chinese nation » , English.news.cn, 29 November 2012, disponible à l'adresse suivante : [http://news.xinhuanet.com/english/china/2012-11/29/c\\_132008231.htm](http://news.xinhuanet.com/english/china/2012-11/29/c_132008231.htm) (consultée le 15 mai 2015).
- GRANGERAU Philippe, « Conquête spatiale chinoise - plus dure est la chute », Libération, 5 décembre 2013, disponible à l'adresse suivante : [http://www.liberation.fr/planete/2013/12/05/l-envers-de-la-conquete-spatiale-chinoise\\_964191](http://www.liberation.fr/planete/2013/12/05/l-envers-de-la-conquete-spatiale-chinoise_964191) (consultée le 15 avril 2014).
- YAN Zhang, « La fusée porteuse Longue Marche 7 décollera d'ici 5 ans », CCTV.com et Xinhua, 3 avril 2012, disponible à l'adresse suivante : <http://fr.cntv.cn/20120304/107595.shtml> (consultée le 15 avril 2014).
- POLLPETER Kevin, ANDERSON Eric, WILSON Jordan, YANG Fan, « China Dream, Space dream - China's progress in space technologies and implications for United States (a report prepared for US-China Economic and Security Review Commission)», IGCC (Institute on Global Conflict and Cooperation from University of California San Diego), 6 March 2015, disponible à l'adresse suivante : [http://origin.www.uscc.gov/sites/default/files/Research/China%20Dream%20Space%20Dream\\_Report.pdf](http://origin.www.uscc.gov/sites/default/files/Research/China%20Dream%20Space%20Dream_Report.pdf) (consultée le 2 avril 2016)

## L'Europe

- ESA (European Space Agency), disponible à l'adresse suivante : <http://www.Esa.int/Esa> (consultée le 15 avril 2014).
- « L'Agence Spatiale Européenne - Corporate Presentation », Esa, Juillet 2015, disponible à l'adresse suivante : [http://Esamultimedia.Esa.int/docs/corporate/Esa\\_Corporate\\_Presentation\\_FR.pdf](http://Esamultimedia.Esa.int/docs/corporate/Esa_Corporate_Presentation_FR.pdf) (consultée le 22 décembre 2015).

- MESSINA Piero, « The Aurora Programme, Europe's Framework for Space Exploration », Esa bulletin n° 126, May 2006, disponible à l'adresse suivante :  
[http://www.Esa.int/Esapub/bulletin/bulletin126/bul126b\\_messina.pdf](http://www.Esa.int/Esapub/bulletin/bulletin126/bul126b_messina.pdf) (consultée le 15 avril 2014).

### La Russie

- ZAK Anatoly, RussianSpaceWeb.com, 2009, liste des programmes spatiaux non habités russes vers la Lune disponible à l'adresse suivante :  
[http://www.russianspaceweb.com/spaceship\\_planetary\\_lunar.html](http://www.russianspaceweb.com/spaceship_planetary_lunar.html) (consultée le 15 avril 2014).
- « Roscosmos », Russian Federal Space Agency, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.en.federalspace.ru/> (consultée le 15 novembre 2014).
- SPACE RESEARCH INSTITUTE OF RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES (IKI), disponible à l'adresse suivante : <http://www.iki.rssi.ru/eng/> (consultée le 15 avril 2014).
- CHAPLYTS Olga Alexandrovna, « Contribution of the USSR Interkosmos Program to Promotion of Cooperation with India », Roerich society Ukraine, Dnepropetrovsk, 5 november 2010, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.roerichs.com/Lng/en/Publications/book-culture-and-peace-/Contribution-of-the-USSR-Interkosmos-Program.htm> (consultée le 15 avril 2014).
- « Russie : Un programme spatial de 52 milliards de dollars », Journal du geek, 14 avril 2013, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.journaldugeek.com/2013/04/15/russie-un-programme-spatial-de-52-milliards-de-dollars/> (consultée le 15 novembre 2014).
- « Espace : la Russie dédie 50 milliards de dollars à divers programmes », Générations Nouvelles Technologies, 14 avril 2013, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.generation-nt.com/espace-russie-dedie-50-milliards-dollars-divers-programmes-actualite-1719482.html> (consultée le 15 novembre 2014).
- BODNER Matthew, « Russia's Reboot of Mars Mission Is 'Matter of Honor' », The Moscow Times, 13/10/2014, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.themoscowtimes.com/business/article/russia-s-reboot-of-mars-mission-is-matter-of-honor/509375.html> (consultée le 10 décembre 2015).
- « Projets spatiaux de la Russie : coloniser la Lune et lancer des vols vers Mars », Russia Beyond the Headlines (RBTH), 16 avril 2014, disponible à l'adresse suivante :  
[http://fr.rbth.com/tech/2014/04/16/projets\\_spatiaux\\_de\\_la\\_russie\\_coloniser\\_la\\_lune\\_et\\_lancer\\_des\\_vols\\_vers\\_28725](http://fr.rbth.com/tech/2014/04/16/projets_spatiaux_de_la_russie_coloniser_la_lune_et_lancer_des_vols_vers_28725) (consultée le 15 novembre 2014).
- « Reshetin sentenced for 11,5 years for passing technology to China », Sputnik International, 3 décembre 2007, disponible à l'adresse suivante :  
<http://sputniknews.com/russia/20071203/90747889.html> (consultée le 15 décembre 2014).
- « Interview with Alexey Leonov, the First Man to Walk in Outer Space », FAI (Fédération Internationale d'Aéronautique), 18 March 2015, site disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.fai.org/fai-slider-news/39340-interview-with-alexey-leonov-the-first-man-to-walk-in-outer-space> (consultée le 31 mars 2016).

### Les États-Unis

- NASA (National Aeronautics and Space Administration), disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.nasa.gov/> (consultée le 15 avril 2014).
- INTERNATIONAL SPACE EXPLORATION COORDINATION (ISECG) : « Benefits Stemming from Space Exploration », disponible à l'adresse suivante : <http://www.nasa.gov/exploration/about/isecg/> (consulté le 15 novembre 2014).
- INTERNATIONAL SPACE EXPLORATION COORDINATION (ISECG), « ISEC members », disponible à l'adresse suivante : [http://www.globalspaceexploration.org/wordpress/?page\\_id=50](http://www.globalspaceexploration.org/wordpress/?page_id=50) (consultée le 27 juillet 2015)
- ERELI Adam, NSSP (“Next Steps in Strategic Partnership”), US Department of State Archive, Press Release (summary), 17 September 2004, disponible à l'adresse suivante :  
<http://2001-2009.state.gov/r/pa/prs/ps/2004/36290.htm> (consultée le 15 novembre 2014).
- « NSSP (“Next Steps in Strategic Partnership”) », US Government Printing Office, disponible à l'adresse suivante :

<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/WCPD-2004-01-19/pdf/WCPD-2004-01-19-Pg61-2.pdf> (consulté le 15 novembre 2014).

- « Explosion d'une fusée de la Nasa : les Russes prêts à ravitailler l'ISS », Le Soir, 29 octobre 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.lesoir.be/692736/article/actualite/monde/2014-10-28/explosion-d-une-fusee-nasa-russes-prets-ravitailler-l-iss-video> (consultée le 15 novembre 2014).
- LAMBERT Maxime, « États-Unis : des élus veulent nationaliser une partie de la Lune pour créer un parc national », Gentside, 18 juillet 2013, disponible à l'adresse suivante : [http://www.gentside.com/lune/etats-unis-des-elus-veulent-nationaliser-une-partie-de-la-lune-pour-creer-un-parc-national\\_art52811.html](http://www.gentside.com/lune/etats-unis-des-elus-veulent-nationaliser-une-partie-de-la-lune-pour-creer-un-parc-national_art52811.html) (consultée le 15 novembre 2014).
- BUNBAR Brian, « Mars Atmosphere and Volatile Evolution », Nasa, disponible à l'adresse suivante : [http://www.nasa.gov/mission\\_pages/maven/main/index.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/maven/main/index.html) (consultée le 9 décembre 2015).

#### Le Japon

- JAXA (Agence Spatiale Japonaise), disponible à l'adresse suivante : <http://global.jaxa.jp/> (consultée le 15 novembre 2014).
- « Kaguya (Selene) - Kaguya Lunar Impact », JAXA, 10 juin 2009, disponible à l'adresse suivante : [http://www.kaguya.jaxa.jp/en/communication/KAGUYA\\_Lunar\\_Impact\\_e.htm](http://www.kaguya.jaxa.jp/en/communication/KAGUYA_Lunar_Impact_e.htm) (consultée le 15 novembre 2014).
- « List Of The Potentially Hazardous Asteroids ((162173) Ryugu) », The International Astronomical Union, disponible à l'adresse suivante : <http://www.minorplanetcenter.net/iau/lists/PHAs.html> (consultée le 21 décembre 2015).

#### Le Canada

- ASC (Agence Spatiale Canadienne), disponible à l'adresse suivante : <http://www.asc-csa.gc.ca/fra/default.asp> (consultée le 15 novembre 2014).

### **9.3 Films**

- EURONEWS, « Les chinois sur la lune : dans les pas des grandes nations spatiales », disponible à l'adresse suivante : <http://fr.euronews.com/2013/12/18/les-chinois-sur-la-lune-dans-les-pas-des-grandes-nations-spatiales/> (consultée le 15 avril 2014).
- AFP, « La sonde spatiale Chang'e-3, avec à son bord le véhicule d'exploration téléguidé "Lapin de Jade" s'est posée sur la Lune », France24.com, 14 décembre 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://www.france24.com/fr/20131214-chine-espace-lune-lapin-jade-sonde-fusee/> (consultée le 15 avril 2014).
- DUNCAN Jones, « Moon : Un cosmonaute gère depuis trois ans sur la lune l'entretien des puits de forage, seule alternative à la crise de l'énergie qui fait rage sur Terre... », 2010, disponible à l'adresse suivante : [https://www.youtube.com/watch?v=twuScTcDP\\_Q](https://www.youtube.com/watch?v=twuScTcDP_Q) (consultée le 15 novembre 2014).
- SERADATA, « Space Intelligence » (Vidéo « Chandrayaan-1 »), disponible à l'adresse suivante : [http://seradata.com/SSI/2008/10/video\\_chandrayaan1\\_mission\\_over/](http://seradata.com/SSI/2008/10/video_chandrayaan1_mission_over/) (consultée le 15 novembre 2014).
- SREENIVASAN Hari, « Is India's Space programme worth the money ? », PBS NewsHours, 18 janvier 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.pbs.org/newshour/bb/world-jan-june14-indiaspace-01-18/> (consultée le 15 novembre 2014).
- ISRO, « Mars Orbiter Mission » : <http://webcast.isro.gov.in/webcast-istrac1.aspx> (consultée le 15 novembre 2014).
- VICTOR Jean-Christophe, « Les hommes et l'espace », Le dessous des cartes, 15 juin 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://www.youtube.com/watch?v=yLyHjOJ7eK8> (consultée le 15 novembre 2014).
- PASCO Xavier, « Espace : La hiérarchie des puissances spatiales », France Culture, 2 mai 2014, disponible à l'adresse suivante :

<http://www.franceculture.fr/emission-les-enjeux-internationaux-espace-la-hierarchie-des-puissances-spatiales-2014-05-02> (consultée le 15 novembre 2014).

- « 11<sup>th</sup> annual international "Mars Society" Convention », Washington DC, 13-16 August 2015, disponible à l'adresse suivante : <http://planete-mars.com/mars-society-conv-2015/> (consultée le 14 mai 2015).
- TYSON Neil deGrasse, « Cosmos - A Spacetime Odyssey », September 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.imdb.com/video/imdb/vi1882499353/> (consulté le 24 août 2015).

## 9.4 Conférences

- MAGAIN Pierre (professeur d'astrophysique et d'astrophysique extragalactique en Faculté des sciences - Master en Sciences Spatiales ULg), « Où sont les extra-terrestres ? », Espace Universitaire de Liège, 3 avril 2014.
- GILLON Michaël (professeur du cours « Introduction à l'exoplanétologie » en Faculté des sciences - Master en Sciences Spatiales ULg), « A la recherche des exoplanètes », Espace Universitaire de Liège, 25 avril 2014
- BRACHET Gérard, « The Safety and Security of Space Activities », Académie Air Espace, Bruxelles, 19 mars 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.academie-air-espace.com/> (consultée le 19 mars 2014).
- JAEGER Ralph, Dr.-Ing., « Commercialising Space and its impact on earth », Académie Air Espace, Brussels, June 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://www.academie-air-espace.com/ressources/detail.php?varRes=189&eventID=> (consultée le 15 novembre 2014).
- SOURBÈS-VERGER Isabelle, « Géopolitique spatiale », éduscol (portail national des professionnels de l'éducation), 15 décembre 2004, site disponible à l'adresse suivante : <http://eduscol.education.fr/cid46160/geopolitique-spatiale.html> (consultée le 22 décembre 2015).
- SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE LIÈGE, disponible à l'adresse suivante : <http://www.societeastronomiquedeliege.be/index.php?lng=fr> (consultée le 15 mars 2014)
- DE WINNE Frank, « Mon séjour de 6 mois à bord de l'ISS en 2009 », 6 septembre 2014 aux journées portes ouvertes du Centre spatial de Liège, disponible à l'adresse suivante : <http://events.ulg.ac.be/50csl/portes-ouvertes-5-6-7-septembre/> (consultée le 6 septembre 2014)
- ASBIL Olivier, « Photographier les exoplanètes », Société Astronomique de Liège, 26 septembre 2014.
- DE BECKER Michaël (organisateur du Master en Sciences Spatiales ULg, professeur d'astrophysique et d'astrochimie), « Le secteur spatial : formations et professions », Université de Liège, 18 octobre 2014 lors de la « Journée Emploi 2014 à l'ULg ».
- GRECO Gaetan, « Ramener sur Terre un morceau d'un autre monde », Société Astronomique de Liège, 24 octobre 2014.
- COUË Philippe (chargé de mission à la Direction de Programmes Etudes Générales et Espace de Dassault Aviation), « Lune Rouge : le programme lunaire automatique et habité de la Chine », Air and Space Academy, 28 octobre 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.academie-air-espace.com/event/newdetail.php?varCat=2&varId=329&langue=fr> (consultée le 28 octobre 2014).
- CUCCHIARO Antonio, « 50 ans de recherches au Centre spatial de Liège », Société Astronomique de Liège, 28 novembre 2014.
- CLAESSENS Antoine, « Le grand radiotélescope d'Arecibo a 50 ans », Société Astronomique de Liège, 12 décembre 2014.
- RAUW Gregor, « L'univers chaud dévoilé en rayons X », Société Astronomique de Liège, 30 janvier 2015.
- DIMITRIADIS Grigoris, « De la navette spatiale aux micro-drones - Quel avenir pour l'aérospatial dans un monde en crise de confiance ? », Espace Universitaire de Liège, 12 février 2015.
- JEHIN Emmanuel, « Dernières nouvelles de Rosetta et Philae », Société Astronomique de Liège, 27 février 2015.
- BIANCO Lucien, « De la Révolution russe à la révolution chinoise » - Institut Confucius de Liège en collaboration avec la faculté de Philosophie et Lettres, l'Institut des sciences humaines et sociales ainsi que le département de science politique de l'ULg, 6 mai 2015.
- VALERO DELGADO Antonio and VALERO DELGADO Alicia, « Thanatia: Earth's Mineral Resources Destiny », CIRCE (Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos, Centre for

- Energy Resources and Consumption ) - Universidad de Zaragoza (Spain), Club of Rome EU Chapter , 19 mai 2015, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.clubofrome.eu/events/article/thanatia-earth-s-mineral-resources> (consultée le 19 mai 2015).
- JAVAUX Emmanuelle, « Qu'est-ce qu'une planète ou une lune habitable ? », Société Astronomique de Liège, 29 mai 2015
  - LEBRETON Jean-Pierre (Research scientist, C.N.R.S. at University of Orleans) « Rosetta: Exploring Comet 67P/C-G on its journey around the Sun », Air & Space Academy, 2 June 2015, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.academie-air-espace.com/event/newdetail.php?varId=399&langue=uk> (consultée le 15 juillet 2015)
  - LEFÈBVRE Jean-Claude, « Météorites et cratères d'impact sur Terre », Société Astronomique de Liège, 12 juin 2015.
  - CHENG Dean (Senior Research Fellow, The Heritage Foundation's Asian Studies Center), « China: Its Goals & Mission in Space », 11<sup>th</sup> annual international "Mars Society" Convention, Washington DC, 14 August 2015, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.marssociety.org/conventions/18th-annual-international-mars-society-convention/program-itinerary> (consultée le 15 novembre 2015).
  - MASSON-ZWAAN Tanja (Assistant Professor at the International Institute of Air and Space Law at Leiden University, President of the International Institute of Space Law), « Regulation of space activities in Europe », Air & Space Academy, 10 March 2016, disponible à l'adresse suivante :  
<http://www.academie-air-espace.com/event/newdetail.php?varCat=23&varId=421&langue=uk> (consultée le 15 février 2016).
  - WILMOTTE Annick, « Le traité sur l'Antarctique : une gouvernance originale pour un continent unique », Espace Universitaire de Liège, 18 février 2016.
  - BIN Li, « La question de la définition du Droit dans la culture chinoise », 22 février 2016, disponible à l'adresse suivante :  
[http://www.droit.ulg.ac.be/cms/c\\_2842844/en/chaire-david-constant-2016-li-bin](http://www.droit.ulg.ac.be/cms/c_2842844/en/chaire-david-constant-2016-li-bin) (consultée le 15 février 2016).
  - STIEPEN Arnaud, « 50 ans d'exploration de la planète Mars », Société Astronomique de Liège, 26 février 2016.
  - NAZÉ Yaël, « Voyager dans l'espace », Les Grandes Conférences Liégeoises, 14 avril 2016, disponible à l'adresse suivante : <http://www.gclg.be/> (consultée le 1<sup>er</sup> janvier 2016)

## 9.5 Cours

- Institut Royal Supérieur de Défense (Belgique) : « Hautes Etudes de Sécurité et de Défense, une opportunité multisectorielle - Session 2015-2016 » :  
[http://www.irsd.be/website/images/images/HESD/inscription/HESD\\_1516.pdf](http://www.irsd.be/website/images/images/HESD/inscription/HESD_1516.pdf)
- NGO Schola Empirica : « Summer School on China : A World Superpower - Myth or Reality ? » - Prague - 4 to 11 July 2015: <http://china.praguesummerschools.org/>
- Cours ULg : « Tradition et modernité dans la société chinoise » - M. Andreas THELE (2013-2014) :  
<http://progcours.ulg.ac.be/cocoon/cours/ASIE0003-1.html>
- Cours ULg : « Chine postsocialiste et mondialisation» - M. Eric FLORENCE (2013-2014) :  
<http://progcours.ulg.ac.be/cocoon/cours/ANTH0387-1.html>
- Cours ULg : « Economie politique générale » (Partie « Chine ») - M. Jacques DEFOURNY (2013-2014) : <http://progcours.ulg.ac.be/cocoon/cours/ECON0100-3.html>
- Cours ULg : « Exploration spatiale » (Parties « Historique de la conquête spatiale» et «Ethique: De l'exploration à l'exploitation») - M. Gregor RAUW (2014-2015):  
<http://progcours.ulg.ac.be/cocoon/cours/SPAT0035-1.html>
- Cours ULg : « Théories générale des relations internationales » - M. Sébastian SANTANDER (2014-2015) : <http://progcours.ulg.ac.be/cocoon/cours/SPOL0011-1.html>
- Cours UNIL (Université de Lausanne) : « Théories des relations internationales » - M. Jean-Christophe GRAZ (2011-2012).
- Cours de la Haute École de la Province de Namur : « Géopolitique et relations internationales » - M. Olivier DUPONT (2015-2016).
- Cours ULg: « L'Inde : stratégie d'une nouvelle puissance dans l'ordre international » - M. Olivier DUPONT (2014-2015) :<http://progcours.ulg.ac.be/cocoon/cours/SPOL0096-1.html>

- Cours ULg: «Droit International Public» (partie «Droit de l'espace») - M. Franklin DEHOUSSE (2014-2015) : <http://progcours.ulg.ac.be/cocoon/cours/DROI2113-1.html>
- Cours ULg : « Geopolitics of Russia and Eurasia » - Mme Nina BACHKATOV (2014-2015) : <http://progcours.ulg.ac.be/cocoon/cours/SPOL2212-1.html>
- Cours ULg : « Enjeux de la Sécurité-Défense » - M. André DUMOULIN (2015-2016) : <http://progcours.ulg.ac.be/cocoon/cours/SPOL2318-1.html>
- Cours ULg : « Questions d'histoire des Sciences de l'Univers » - M. Marc-Antoine DUPRET (2015-2016): <http://progcours.ulg.ac.be/cocoon/cours/SPAT0050-1.html> , Syllabus disponible ici : <http://www.astro.ulg.ac.be/~dupret/>
- Cours ULg : « Questions d'actualité et séminaires (Seminar on topical issues) » - Benoît HUBERT (2015-2016) : <http://progcours.ulg.ac.be/cocoon/cours/SPAT0017-1.html>
- Cours KU Leuven : « Space Law, Policy, Business & Management » (Master of Space Studies): [https://onderwijsaanbod.kuleuven.be/syllabi/e/G0S54AE.htm#activetab=doelstellingen\\_idp593081\\_6](https://onderwijsaanbod.kuleuven.be/syllabi/e/G0S54AE.htm#activetab=doelstellingen_idp593081_6)
- Cours KU Leuven : « Space Organisations » (Master of Space Studies): [https://onderwijsaanbod.kuleuven.be/syllabi/e/G0S57AE.htm#activetab=doelstellingen\\_idm205552\\_0](https://onderwijsaanbod.kuleuven.be/syllabi/e/G0S57AE.htm#activetab=doelstellingen_idm205552_0)
- Cours KU Leuven : « Fundamental Science from Space » (Master of Space Studies): [https://onderwijsaanbod.kuleuven.be/syllabi/e/G0S55AE.htm#activetab=doelstellingen\\_idm221686\\_4](https://onderwijsaanbod.kuleuven.be/syllabi/e/G0S55AE.htm#activetab=doelstellingen_idm221686_4)
- Cours KU Leuven : « Questions in Human Spaceflight » (Master of Space Studies): [https://onderwijsaanbod.kuleuven.be/syllabi/e/G0L90BE.htm#activetab=doelstellingen\\_idp142984\\_0](https://onderwijsaanbod.kuleuven.be/syllabi/e/G0L90BE.htm#activetab=doelstellingen_idp142984_0)
- Cours d'été de l'Esa en droit de l'espace (Université de Caen, France) - 31/08-11/09/2015 : <http://www.unicaen.fr/actualites/cours-d-ete-de-l-agence-spatiale-europeenne-575193.kjsp>
- Summer school on space law and policy (UCL) - 1-12/09/2014 : <http://www.uclouvain.be/471948.html>

## 9.6 Interviews

- M. CHANTRAIN Thierry - Ex-directeur général du Centre spatial de Liège (03/12/2014).
- M<sup>me</sup> VALERO DELGADO Alicia (Centre de recherche sur la gestion de l'énergie) - Université de Zaragoza (Espagne) (19/05/2015)
- M. BECKA Jan - Spécialiste des renseignements au niveau de la politique de défense et de la division « Stratégie » du Ministère de la Défense de la république Tchèque (06/07/2015).
- M<sup>me</sup> SEHNALKOVA Jana - Professeur-assistant à l'Université Charles de Prague (« Department of American Studies »: Histoire des USA, Relations étrangères « USA - Chine » et « USA - Taiwan ») (10/07/2015).
- M. DE WILDE D'ESTMAEL Tanguy, Président de l'Ecole des sciences politiques et sociales de l'UCL (17/10/2015).
- M. STRUYE DE SWIELANDE Tanguy - Professeur à l'UCL : « Géopolitique des puissances émergentes » et « Théorie des relations internationales » (5/02/2016).
- M. HELLENDORFF Bruno - Chercheur au GRIP, spécialiste de la politique de sécurité et de défense de la Chine (6/02/2016).
- M. PIRARD Théo - Responsable Communication de l'association Wallonie Espace et du journal *Wallonie Espace Infos*, correspondant de presse dans la revue belge *Athena* et de la revue française *Air et Cosmos* (12/04/2016).

## 9.7 Autres personnes contactées

- M. LYON Ashley - Aeronautics & Space expert - « Belgian Foreign Trade & Investment Agency » (AWEX : Agence Wallonne à l'exportation et aux investissements étrangers) (4/12/2014).
- M. NADIGER Jayant - SIATI (point de contact indien à Bangalore pour l'AWEX, 1<sup>ère</sup> personne de contact de M. A. Lyon) (4/12/2014).

- M. DHAWAN Nitin (Indien) - Vice-Président de Belgium Satellite Services SA (de nationalité indienne, a travaillé à l'ISRO, 2ème personne de contact de M. A. Lyon) (4/12/2014 et 27/08/2015).
- M. DE NEVE Alain - Chercheur au centre d'études de sécurité et de défense (15/05/2015).
- M. HEYNEN Alain - Membre du Comité Financier de la Politique Spatiale Belge au Belspo (Belgian Science Policy) (15/05/2015).
- M. SURDEJ Jean – Vice-Président du département d'astrophysique de la Faculté des sciences de l'ULg - Professeur d'astrophysique extragalactique et observations spatiales - Contacté au sujet de la collaboration ULg-Inde dans le domaine spatial (20/05/2015).
- M. HULSROJ Peter (Danois) - Directeur de l'ESPI (European Space Policy Institute) (13/08/2015).
- M. SPOIDEN Alain - ex-Directeur de l'Institut Royal Supérieur de Défense (IRSD).et modérateur au 4<sup>ème</sup> cycle de la 11<sup>ème</sup> session des Hautes Etudes de Sécurité et de Défense (IRSD).

## 9.8 Visites

- LA COUPOLE - St Omer (France) - 26/05/2006 : <http://www.lacoupole-france.com/>
- SMITHSONIAN NATIONAL AIR & SPACE MUSEUM - Washington DC (USA) - 02/06/2010 : <https://airandspace.si.edu/>
- KENNEDY SPACE CENTER - Orlando, Floride (USA) - 16/06/2010 : <https://www.kennedyspacecenter.com/>
- MONUMENT DES CONQUÉRANTS DE L'ESPACE ET MUSÉE DE L'ASTRONAUTIQUE - Moscou (Russie) - 17/08/2011 : <http://www.kosmo-museum.ru/?locale=en>
- MISSION CONTROL CENTER OF RUSSIAN FEDERATION SPACE AGENCY (Roscosmos) - Korolyov (Russia) 17/08/2011: <http://www.snipview.com/q/TsUP>
- YOURLI GAGARIN RESEARCH & TEST COSMONAUT TRAINING CENTER (« Cité des étoiles ») - Moscou (Russie) 19-08-2011 : <http://www.gctc.su/>
- TECHNIK MUSEUM - SPEYER (Allemagne) - 11/05/2013 : <http://speyer.technik-museum.de/>
- CENTRE SPATIAL DE LIÈGE (Belgique) - 7/09/2014 : <http://events.ulg.ac.be/50csl/portes-ouvertes-5-6-7-septembre/>
- FUTUROSCOPE « Mission Hubble » (Poitiers, France) - 27/03/2015 : <http://en.futuroscope.com/attractions-and-shows/discovery/mission-hubble>
- SPACE-EXPO (« Gateway to Space : The exhibition ») - Bruxelles (Belgique) - 12/08/2015 : <http://expo-space.be/?lang=fr>
- EUROSPACE CENTER - Redu (Belgique) - 15/08/2015 : <http://www.eurospacecenter.be/esc/index.php>

## 9.9 Reportages personnels

- KENNEDY SPACE CENTER - Orlando, Floride (USA) – Robert Mary - 20/06/2010 : [http://www.ardenneweb.eu/reportages/2010/kennedy\\_space\\_centre\\_cape\\_canaveral\\_floride\\_usa](http://www.ardenneweb.eu/reportages/2010/kennedy_space_centre_cape_canaveral_floride_usa)
- SMITHSONIAN NATIONAL AIR & SPACE MUSEUM - Washington DC (USA – Robert Mary - 22/06/2010 : [http://www.ardenneweb.eu/reportages/2010/musee\\_de\\_l\\_air\\_et\\_de\\_l\\_espace\\_washington\\_dc\\_usa](http://www.ardenneweb.eu/reportages/2010/musee_de_l_air_et_de_l_espace_washington_dc_usa)
- CENTRE SPATIAL DE LIÈGE (Belgique) – Robert Mary - 15/09/2014 : [http://www.ardenneweb.eu/reportages/2014/journees\\_portes\\_ouvertes\\_au\\_centre\\_spatial\\_de\\_liege](http://www.ardenneweb.eu/reportages/2014/journees_portes_ouvertes_au_centre_spatial_de_liege)
- EXPOSITION « GATEWAY TO SPACE » – Robert Mary - 13/08/2015 : [http://www.ardenneweb.eu/reportages/2015/exposition\\_gateway\\_to\\_space](http://www.ardenneweb.eu/reportages/2015/exposition_gateway_to_space)
- EURO SPACE CENTER – Robert Mary - 17/08/2015 : [http://www.ardenneweb.eu/reportages/2015/euro\\_space\\_center\\_transinne](http://www.ardenneweb.eu/reportages/2015/euro_space_center_transinne)

## 9.10 Bandes dessinées

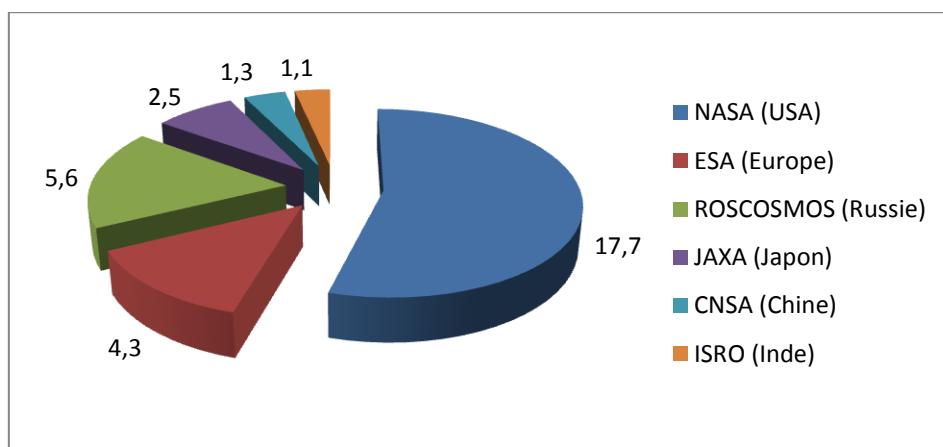
- PAULIS Emmanuel, *Tania : L'Europe dans l'espace*, éditions Joker, 2013 - Joker éditions, 2013.
- PÉCAU Jean-Pierre et BUCHET Philippe, *Jour J n°1 : Les Russes sur la Lune*, éditions Delcourt, 2010.

## 10. Annexes

### Annexe 1 : Budget spatial par pays

Budgets spatiaux 2013<sup>154</sup>

Agence Spatiale	Pays	En millions \$
Nasa (2013)	USA	17 700
ISA (2012)	Israël	6 000
Roscosmos (2013)	Russie	5 600
Esa (2013)	Europe	4 282
CNES (2012)	France	2 536
JAXA (2013)	Japon	2 460
DLR (2013)	Allemagne	2 000
CNSA (estimation 2013) <sup>155</sup>	Chine	1 300
ISRO (2013) <sup>156</sup>	Inde	1 098
ASI (2013)	Italie	1 000
ISA (2012)	Iran	500
ASC (2013)	Canada	489
UKSA (2013)	Angleterre	414



<sup>154</sup> « Pourquoi investir dans les programmes spatiaux ? », Radiopulsar News, disponible à l'adresse suivante : <http://www.radiopulsar.net/news/?q=node/312> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>155</sup> Voir 2,2 milliards USD par an selon Joan Johnson-Freese, de l'Académie navale de guerre des États-Unis. Voir ACUTHAN Jayan Panthamakkada, « Le programme spatial chinois : compétition ou collaboration ? » dans Perspectives chinoises (n° 92), décembre 2005, disponible à l'adresse suivante : <http://perspectiveschinoises.revues.org/931> (consultée le 15 avril 2014). Egalement 2,2 milliards USD par an (voire 4 milliards selon certains experts). Voir DE NEVE Alain (chercheur au centre d'études de sécurité et défense), « Les programmes spatiaux russes et chinois : ambitions politiques, contraintes institutionnelles et dimension technologique », Institut Royal Supérieur de Défense, Sécurité et Stratégie n° 117, avril 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.irsd.be/website/images/livres/etudes/vs117.pdf> (consultée le 7 mai 2015).

<sup>156</sup> 6 792 crore rupees (soit 67,92 Mrd roupies) = 109 852 Mio USD (soit 1,1 Mrd USD). Voir ISRO, « Annual report 2013-2014 », Government of India, Department of Space, disponible à l'adresse suivante: <http://www.isro.org/rep2014/Highlights.html> (consultée le 15 novembre 2014) / ISRO, « Annual report 2014-2015 », Government of India, Department of Space, disponible à l'adresse suivante : <http://www.isro.gov.in/sites/default/files/article-files/right-to-information/AR2014-15.pdf> (consultée le 15 novembre 2014).

Budgets Spatiaux 2012 à 2014

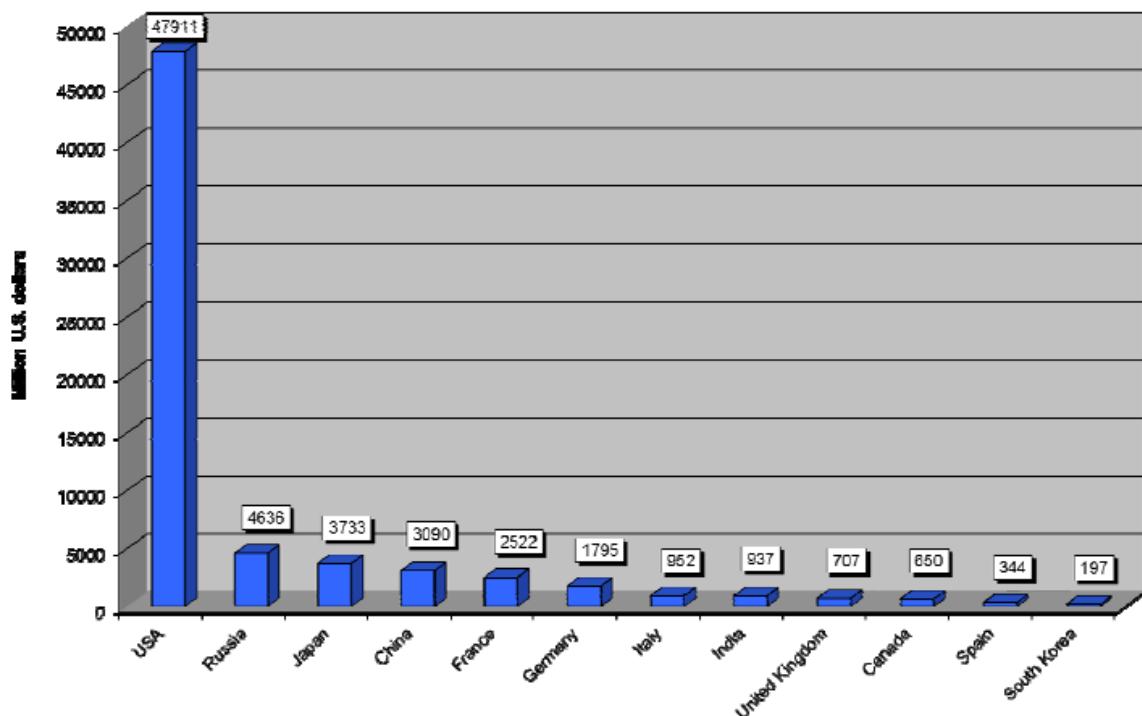


Figure 2.1: Public space budgets of major space powers in 2012 (Based on Euroconsult and the Space Report 2013 data)

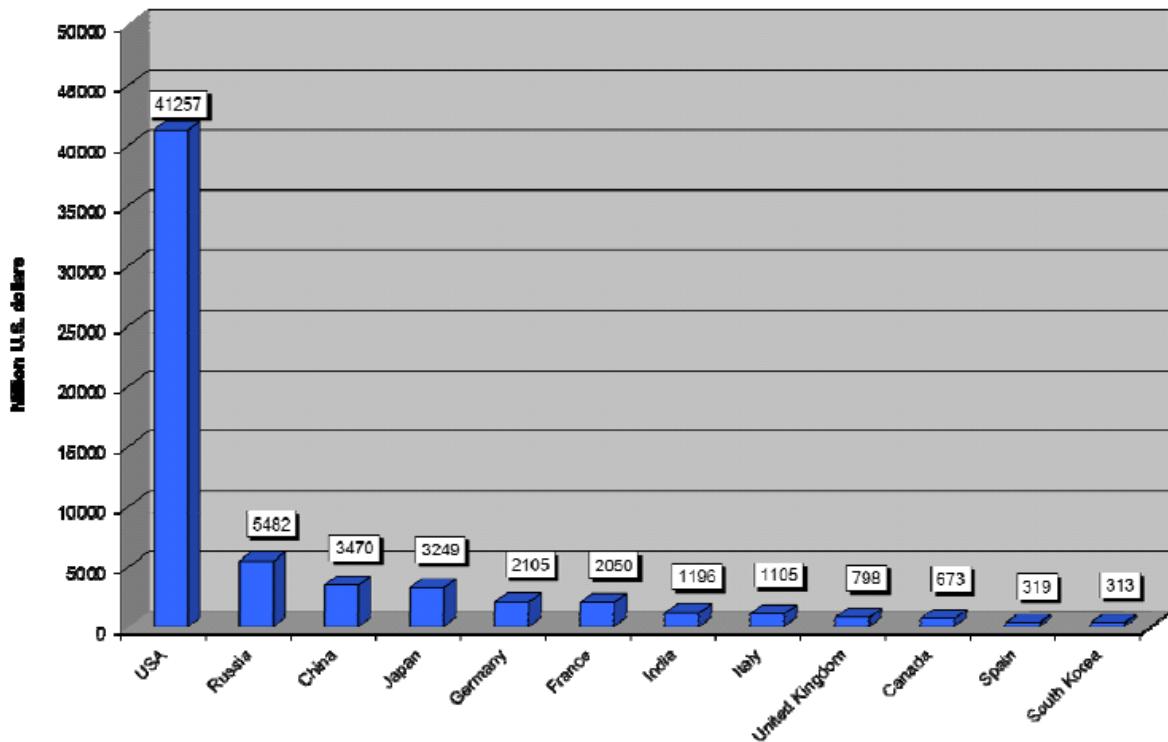


Figure 2.2: Public space budgets of major space powers in 2013 (Based on Euroconsult and the Space Report 2014 data).

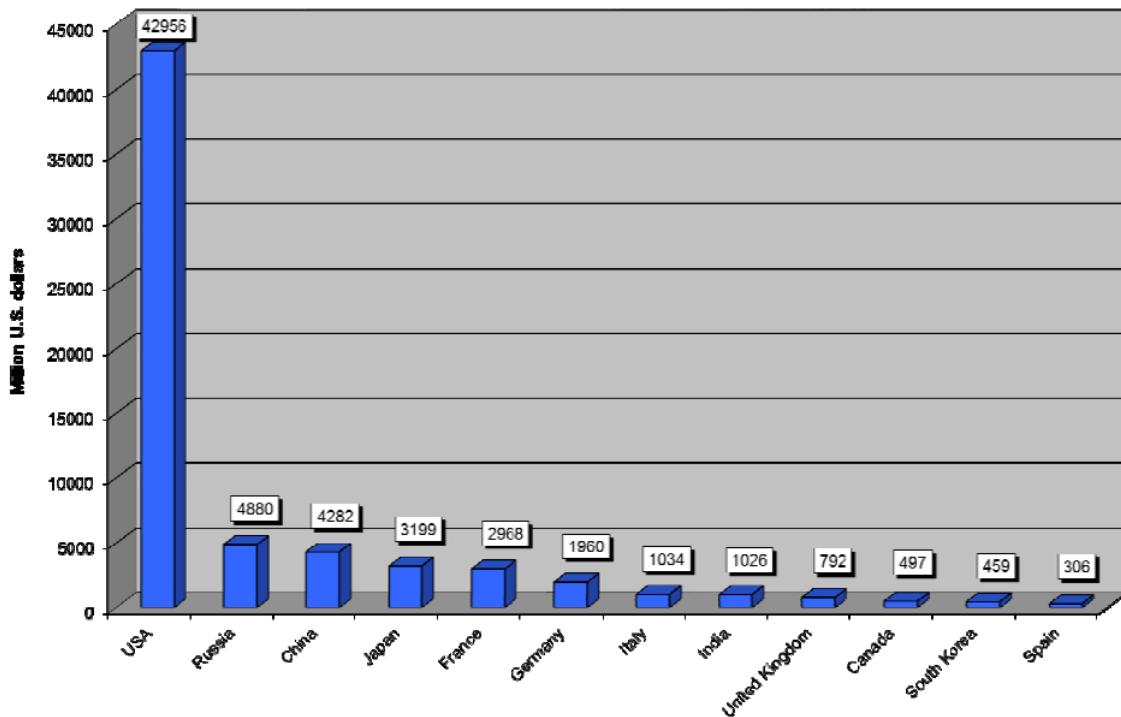
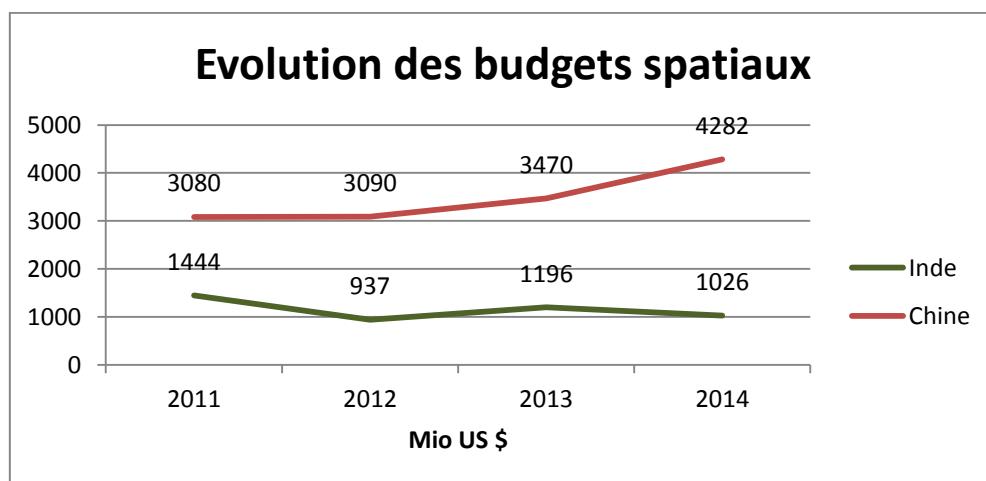


Figure 2.1: Public space budgets of major space powers in 2014 (Based on Euroconsult and the Space Report 2015 data).

D'après les sources suivantes :

- (1) AL-EKABI Cenan, « Space Policies, Issues and Trends in 2011-2012 », ESPI (European Space Policy Institute) Report 49, May 2012, disponible à l'adresse suivante: [http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI\\_Report\\_42.pdf](http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI_Report_42.pdf) (consultée le 12 août 2015) ;
- (2) AL-EKABI Cenan, « Space Policies, Issues and Trends in 2012-2014 », ESPI (European Space Policy Institute) Report 49, November 2014, disponible à l'adresse suivante: [http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI\\_Report\\_49.pdf](http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI_Report_49.pdf) (consultée le 12 août 2015).
- (3) AL-EKABI Cenan, « Space Policies, Issues and Trends in 2014-2015 », ESPI (European Space Policy Institute) Report 54, December 2015, disponible à l'adresse suivante : [http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/Rep54\\_ABA\\_online\\_151123-1852.pdf](http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/Rep54_ABA_online_151123-1852.pdf) (consultée le 10 mars 2016)

→ On le voit, pour l'année 2013 le budget spatial chinois varie selon les sources de 1,3 à 3,5 Milliards USD



D'après AL-EKABI Cenan (ibid.).

### Budget spatial relatif au PNB

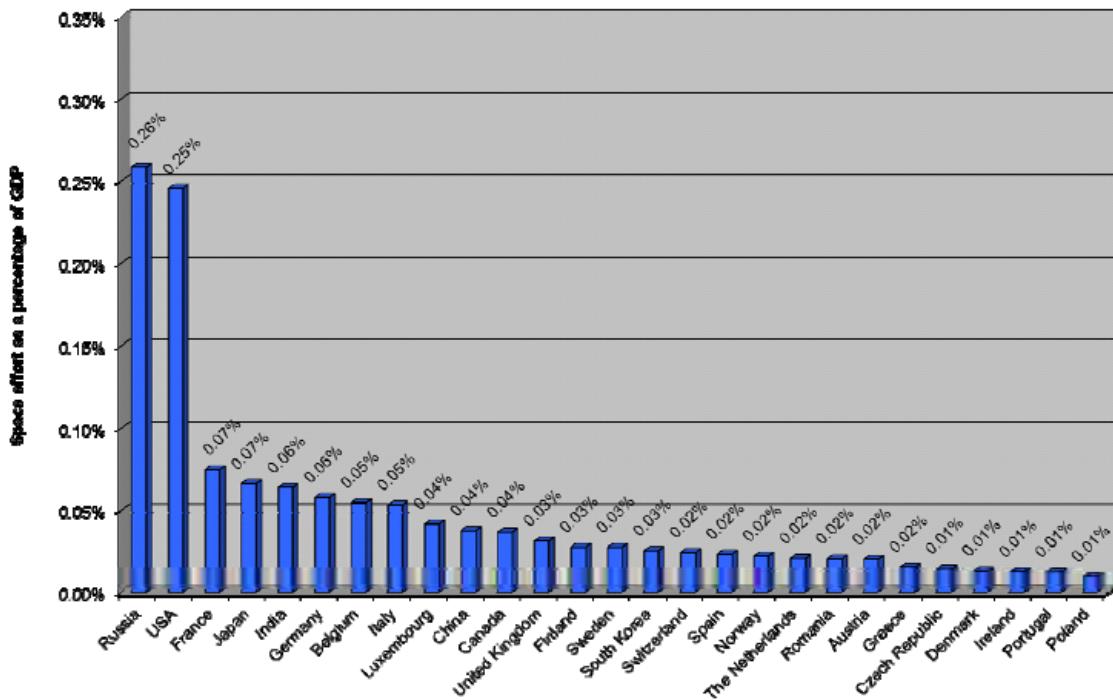


Figure 2.4: Public space budgets (selection) as a share of nom. GDP in 2013 (source: Euroconsult/IMF)

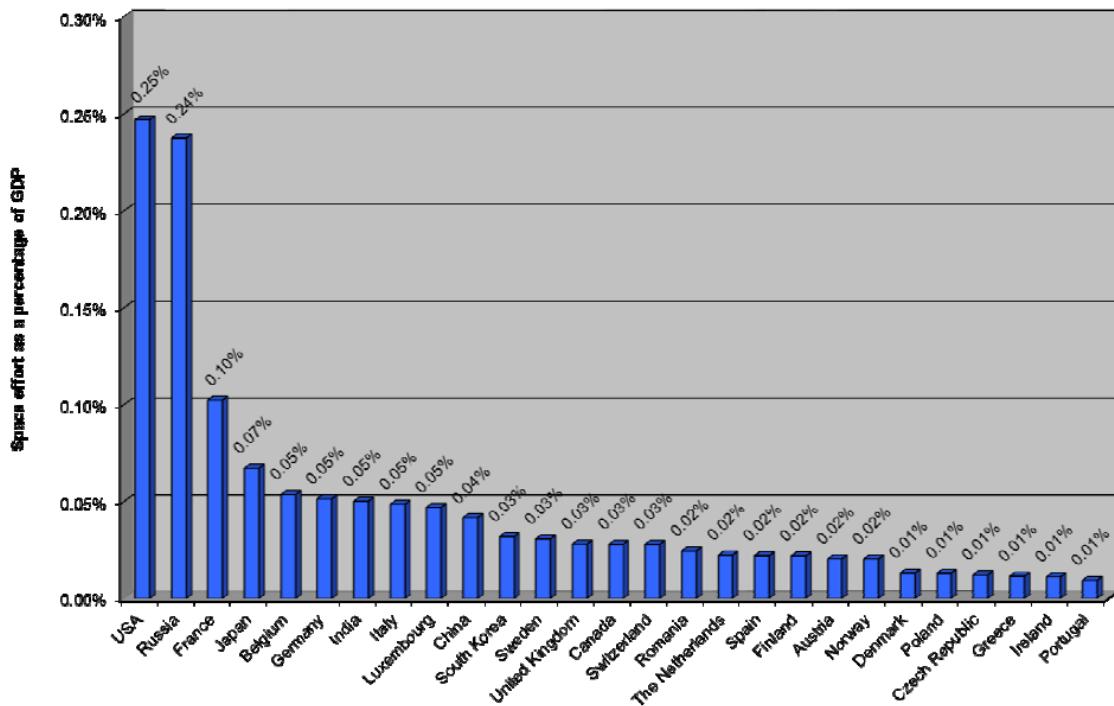
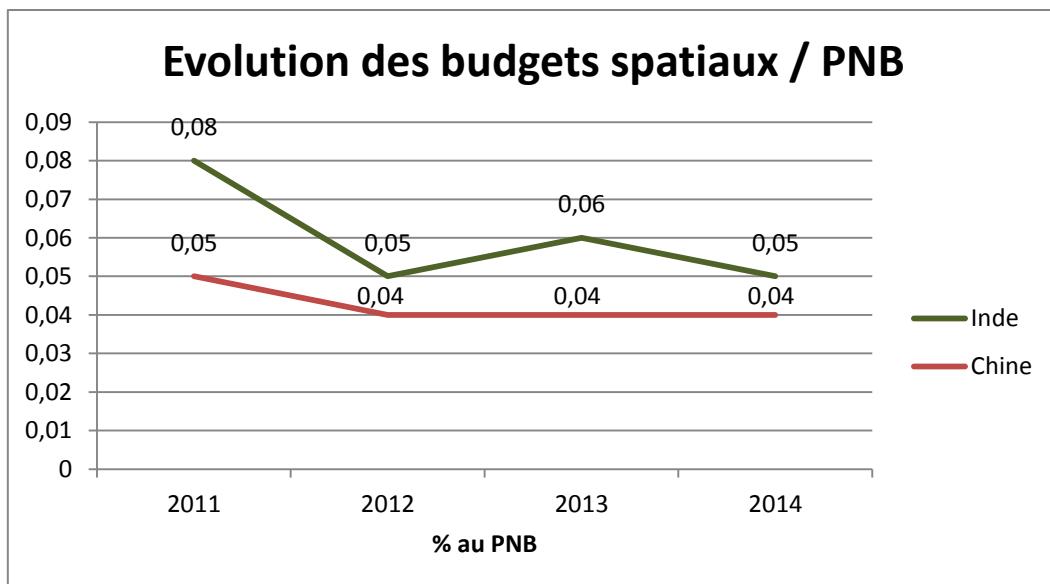


Figure 2.2: Public space budgets (selection) as a share of nom. GDP in 2014 (source: Euroconsult/Space Report/ European Space Directory 2014/IMF)

D'après AL-EKABI Cenan (ibid.).



D'après AL-EKABI Cenan (*ibid.*).

### Budget spatial par individu

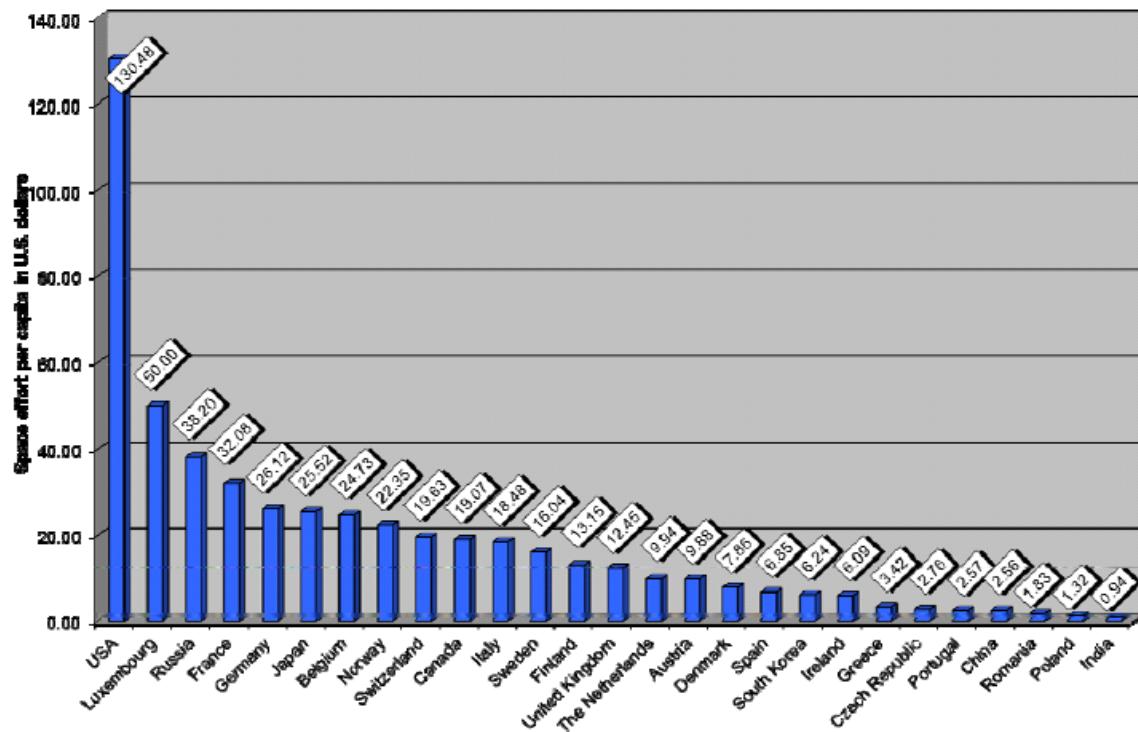


Figure 2.6: Public space budgets per capita (selection) in 2013 (source: Space Report 2014/Euroconsult/Population Reference Bureau)

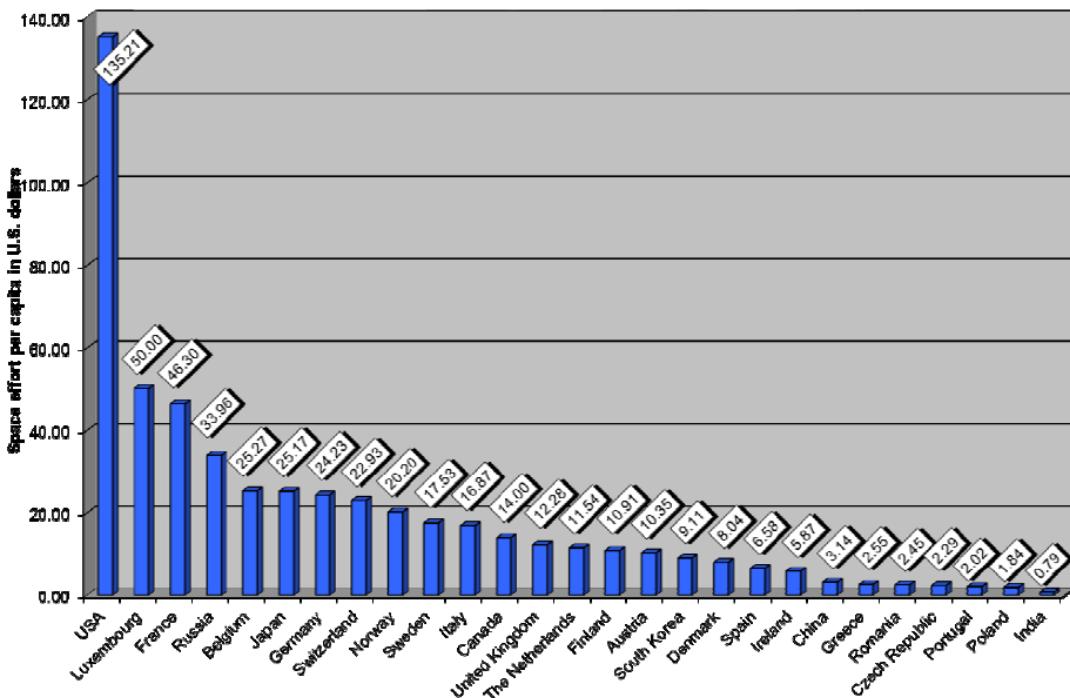
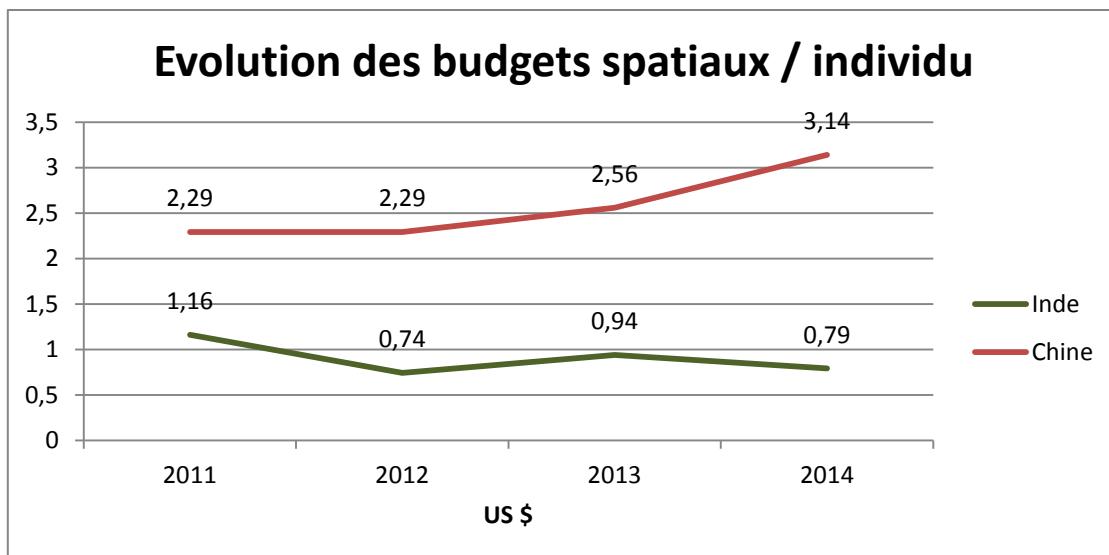


Figure 2.3: Public space budgets per capita (selection) in 2014 (source: Euroconsult/Space Report/European Space Directory 2014/PRB)

D'après AL-EKABI Cenan (ibid.).



D'après AL-EKABI Cenan (ibid.)

#### Dépenses militaires 2014

##### **LES DÉPENSES MILITAIRES DES 15 PAYS LES PLUS DÉPENSIEUX EN 2014.**

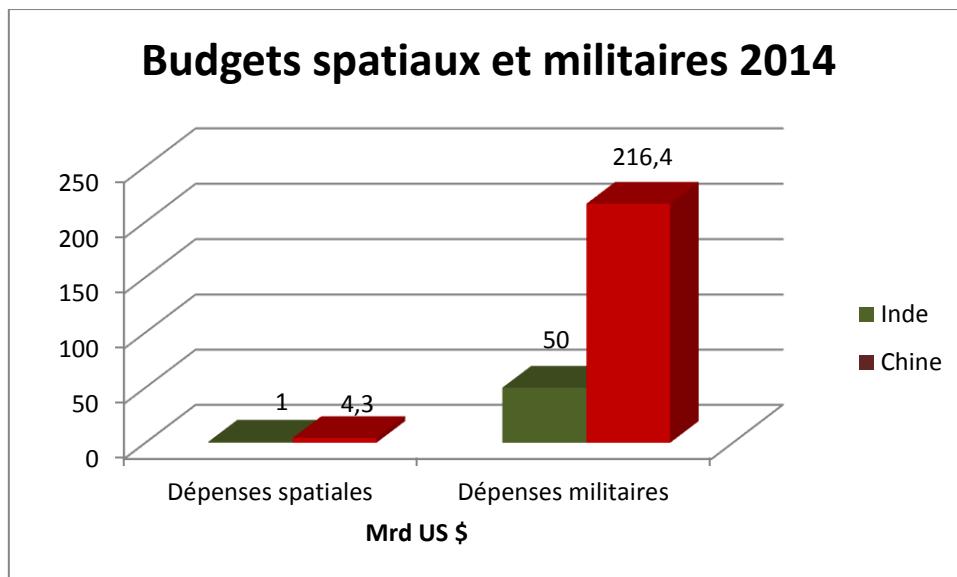
En milliards de dollars de 2014 (prix courants)

Rang	Pays	Population		PIB		Dépenses militaires		
		en millions	en % du total mondial	milliards USD prix courants 2014	en % du total mondial	milliards USD prix courants 2014	en % du total mondial	en USD, par habitant
1	États-Unis	318,9	4,4	17 419,0	22,5	609,9	34,3	1 912,8
2	Chine	1 364,3	18,8	10 354,8	13,4	216,4	12,2	158,6
3	Russie	143,8	2,0	1 860,6	2,4	84,5	4,8	587,3
4	Arabie saoudite	30,9	0,4	746,2	1,0	80,8	4,5	2 614,8
5	France	65,8	0,9	2 829,2	3,7	62,3	3,5	946,1
<b>Sous-total top 5</b>		<b>1 923,7</b>	<b>26,6</b>	<b>33 209,9</b>	<b>43,0</b>	<b>1 053,8</b>	<b>59,3</b>	<b>547,8</b>
6	Royaume-Uni	64,3	0,9	2 988,9	3,9	60,5	3,4	940,5
7	Inde	1 295,3	17,9	2 048,5	2,7	50,0	2,8	38,6
8	Allemagne	80,8	1,1	3 868,3	5,0	46,5	2,6	575,2
9	Japon	127,1	1,8	4 601,5	6,0	45,8	2,6	360,1
10	Corée du Sud	50,4	0,7	1 410,4	1,8	36,7	2,1	727,4
<b>Sous-total top 10</b>		<b>3 541,6</b>	<b>48,9</b>	<b>48 127,4</b>	<b>62,3</b>	<b>1 293,2</b>	<b>72,8</b>	<b>365,2</b>
11	Brésil	206,1	2,8	2 346,1	3,0	31,7	1,8	154,0
12	Italie	60,8	0,8	2 141,2	2,8	30,9	1,7	508,5
13	Australie	23,5	0,3	1 454,7	1,9	25,4	1,4	1 081,7
14	Émirats arabes unis	9,1	0,1	399,5	0,5	22,8	1,3	2 509,3
15	Turquie	76,7	1,1	798,4	1,0	22,6	1,3	295,0
<b>Sous-total top 15</b>		<b>3 917,7</b>	<b>54,1</b>	<b>55 267,2</b>	<b>71,5</b>	<b>1 426,7</b>	<b>80,3</b>	<b>364,2</b>
<b>Monde</b>		<b>7 244,0</b>	<b>100,0</b>	<b>77 302,0</b>	<b>100,0</b>	<b>1 776,2</b>	<b>100,0</b>	<b>245,2</b>
								<b>2,3</b>

Sources : population : Eurostat et UNFPA ; PIB : FMI et Banque mondiale ; dépenses militaires : SIPRI.

D'après MAMPAEY Luc et STIERNON Christophe, « Dépenses militaires, production et transferts d'armes - Compendium 2015 », Les rapports du GRIP, 2016/2, disponible à l'adresse suivante : <http://www.grip.org/sites/grip.org/files/RAPPORTS/2016/2016-2.pdf> (consultée le 12 février 2016).

### Comparaison Budgets spatiaux et militaires 2014

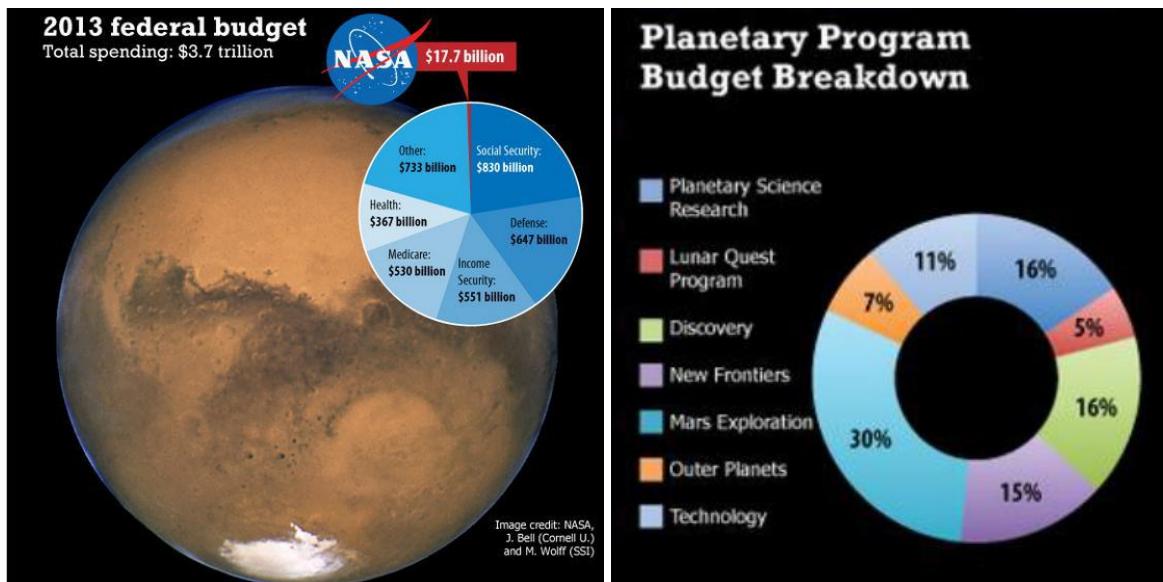


D'après les sources suivantes :

- (1) AL-EKABI Cenan, « Space Policies, Issues and Trends in 2014-2015 », ESPI (European Space Policy Institute) Report 54, December 2015, disponible à l'adresse suivante : [http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/Rep54\\_ABA\\_online\\_151123-1852.pdf](http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/Rep54_ABA_online_151123-1852.pdf) (consultée le 10 mars 2016)
- (2) MAMPAEY Luc et STIERNON Christophe, « Dépenses militaires, production et transferts d'armes - Compendium 2015 », Les rapports du GRIP, 2016/2, disponible à l'adresse suivante : <http://www.grip.org/sites/grip.org/files/RAPPORTS/2016/2016-2.pdf> (consultée le 12 février 2016)

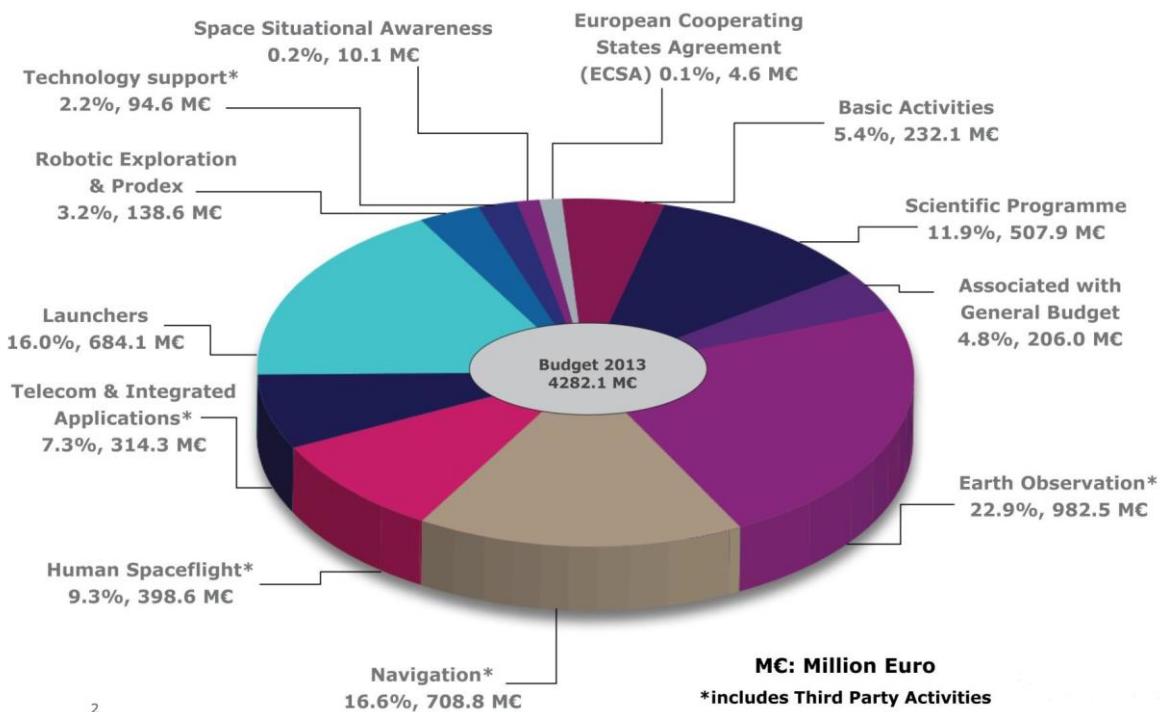
## Budgets 2013 Nasa et Esa<sup>157</sup>

Budget Nasa 2013 : 17 700 MillionUSD



Chaque minute sur la Lune coûte 1 MioUSD !

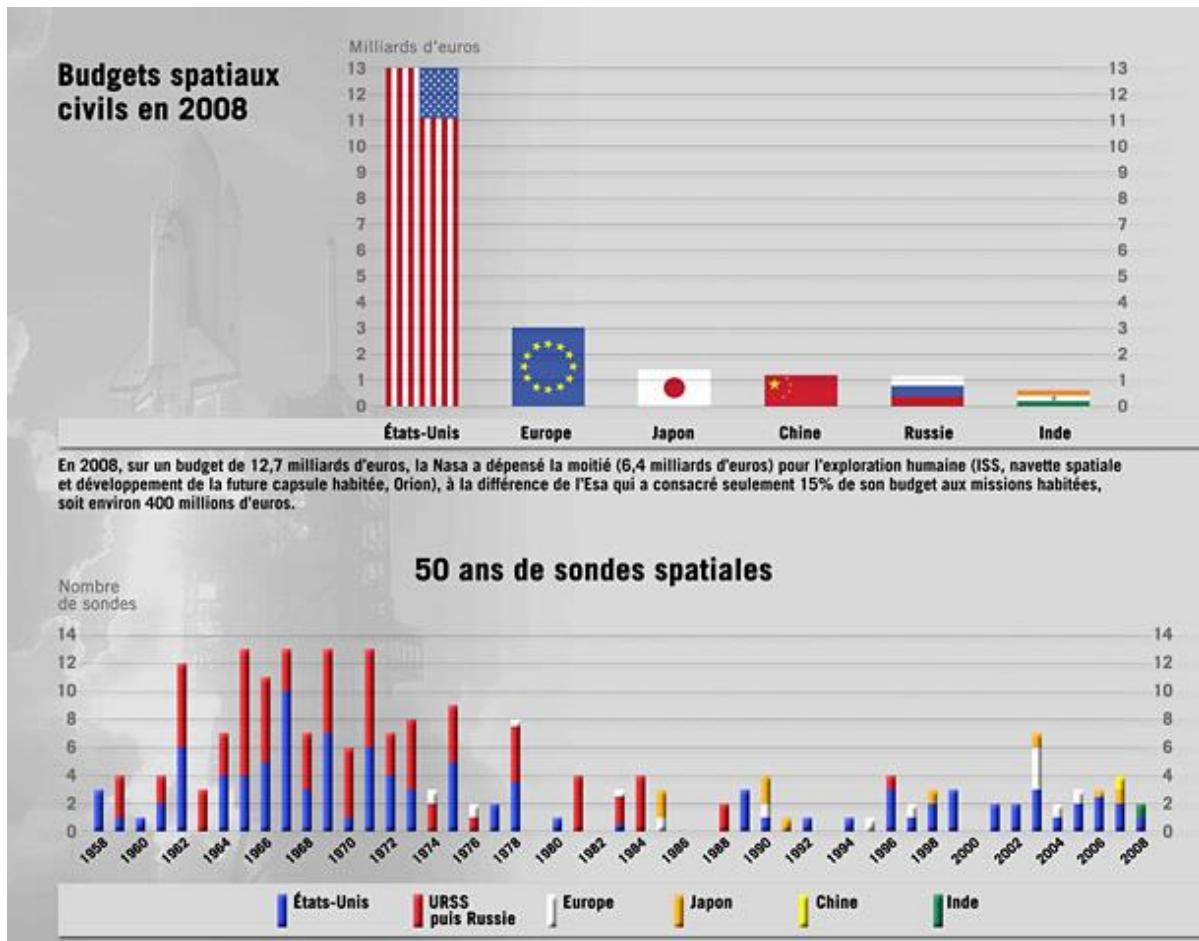
Budget Esa 2013 : 4.282 Mio €



<sup>157</sup> Cours ULg « Exploration spatiale » de M. G. RAUW dans le cadre du Master en Sciences Spatiales. M. RAUW cite comme sources des schémas : la Nasa et l'Esa.

## Annexe 2 : 50 ans de sondes spatiales

Budget spatiaux (2008) et nombre de sondes spatiales par pays (1958 - 2008)<sup>158</sup> :



Le budget des agences spatiales civiles figure dans le panneau du dessus. Aux USA le même montant est alloué à des fins militaires. Les chiffres liés à la Chine ne sont que des estimations eu égard à l'absence de chiffres officiels. Le panneau du dessous montre le nombre de sondes spatiales lancées par année. ©Didier Muller/Science actualités (CSI) 2009.

Le tableau ci-dessus montre bien l'identité des six « nations spatiales ».

<sup>158</sup> Cours ULg « Exploration spatiale » de M. G. RAUW dans le cadre du Master en Sciences Spatiales. M. RAUW cite la source de ce tableau : ©Didier Muller/Science actualités (CSI) 2009.

## Annexe 3 : Activités spatiales commerciales

JAEGER Ralph, Dr.-Ing., « Commercialising Space and its impact on earth », Académie Air Espace, Brussels, June 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://www.academie-air-espace.com/ressources/detail.php?varRes=189&eventID=> (consultée le 15 novembre 2014).

### Commercial Space Transport Services Offered

#### US and intern. JVs

- ILS: Proton
- Sea Launch: Zenith
- Falcon 9

#### Japan

- H2A, H2B

#### China

- Long March (divers configurations)

#### Non-commercial US:

- ULA: Delta 2/4, Atlas 5
- Orbital:Pegasus, Taurus, Antares

#### Europa und intern JVs

- Ariane 5
- Rockot
- Soyouz (Soyouz in Kourou)
- VEGA

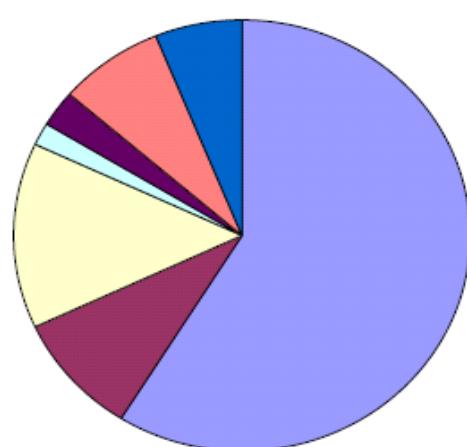
#### India

- PSLV
- GSLV?

### Satellites Are Used For....

#### Satellite Applications 989 Satellites

Source: Union of Concerned Scientists, Data Base Nov 2012



COMMUNICATION	582
NAVIGATION	90
EARTH OBSERVATION	139
METEO	17
EARLY WRNG/ELECTR SURVEILLANCE	27
SCIENCE	73
OTHER	61

## Annexe 4 : Militarisation de l'espace

D'après ACUTHAN Jayan Panthamakkada, « Le programme spatial chinois : compétition ou collaboration ? » dans Perspectives chinoises (n° 92), décembre 2005, disponible à l'adresse suivante : <http://perspectiveschinoises.revues.org/931> (consultée le 15 avril 2014).

- Diverses tentatives visant à limiter la militarisation de l'espace ont débouché sur des accords multilatéraux dont les principaux sont : le traité d'interdiction partielle des essais nucléaires (1963), le traité sur l'espace extra-atmosphérique (1967), la Convention sur la responsabilité internationale pour les dommages causés par des objets spatiaux (1972), la Convention sur la modification de l'environnement (ENMOD) (1977), et enfin l'Accord régissant les activités des États sur la Lune et les autres corps célestes (1979).
- Le traité sur l'espace extra-atmosphérique<sup>159</sup> est le plus complet des traités internationaux portant sur l'espace puisqu'il contient des mesures relatives à son utilisation pacifique et à la limitation de l'usage des armes. Il interdit, entre autres, la mise en orbite ou les tests d'armes nucléaires ou de tout type d'armes de destruction massive. Le traité d'interdiction partielle des essais nucléaires de 1963 et la Convention sur la modification de l'environnement de 1977 n'interdisent pas le placement ou l'utilisation d'armes dans l'espace extra-atmosphérique mais couvrent certains effets que l'utilisation de ces objets pourrait avoir sur l'espace. Cela inclut les essais de tout type d'armes nucléaires ou toute autre explosion nucléaire, ainsi que l'utilisation militaire ou toute autre utilisation à des fins hostiles de techniques de modification de l'environnement dans des circonstances particulières. D'autres limitations concernant l'utilisation militaire de l'espace extra-atmosphérique sont stipulées dans des accords bilatéraux entre les États-Unis et l'ex-Union soviétique. Le traité de 1972 sur les missiles antibalistiques (dit « traité ABM ») est le plus important d'entre eux.
- Le régime international de contrôle de l'espace n'est pas aussi exhaustif qu'il peut paraître. Un des problèmes de l'adhésion aux traités est que, parmi les principales interdictions relatives aux armes et à d'autres utilisations militaires de l'espace extra-atmosphérique, seules celles qui sont inscrites dans le traité sur l'espace extra-atmosphérique sont en vigueur pour la plus grande partie de la communauté internationale. Les interdictions figurant dans certains accords spécifiquement relatifs aux armes ne comprennent pas toutes les formes possibles de technologies à usage militaire (non exhaustivité). Des efforts importants ont été déployés pour améliorer le régime international, c'est-à-dire combler les lacunes relatives au placement en orbite d'armes conventionnelles ou autres qui ne sont pas considérées comme des armes de destruction massive. Ces efforts s'ajoutent à des initiatives visant à mettre en place une interdiction totale de quelque recherche, production, essai, stockage et utilisation de systèmes installés sur terre ou dans l'espace et conçus pour endommager, détruire ou parasiter des objets placés dans l'espace extra-atmosphérique. Toutefois, ces initiatives ont été confrontées à d'importantes difficultés de nature politique, militaire, pratique et financière qui n'ont pu être surmontées depuis des années.

<sup>159</sup> La notion d'espace extra-atmosphérique semble postuler l'existence d'une frontière entre l'atmosphère et l'espace, inexistante en droit (et malaisée à définir en fait). En pratique c'est la destination et les caractéristiques d'un objet spatial qui déterminent sa situation vis-à-vis du droit spatial ou du droit aérien.

## Annexe 5 : Etats signataires de l'accord régissant les activités des États sur la Lune

Onu, « Accord régissant les activités des États sur la Lune et les autres corps célestes », New York, 5 décembre 1979,  
disponible à l'adresse suivante :  
[https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg\\_no=XXIV-2&chapter=24&lang=fr](https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXIV-2&chapter=24&lang=fr) (consultée le 15 novembre 2014).

<b>CHAPITRE XXIV</b> <b>ESPACE EXTRA-ATMOSPHÉRIQUE</b>	
<b>2 . Accord régissant les activités des États sur la Lune et les autres corps célestes</b> New York, 5 décembre 1979	
<b>Entrée en vigueur :</b> 11 juillet 1984, conformément au paragraphe 3 de l'article 19.	
<b>Enregistrement :</b> 11 juillet 1984, No 23002	
<b>État :</b> Signataires : 11. Parties : 16	
<b>Texte :</b> Nations Unies, <i>Recueil des Traités</i> , vol. 1363, p. 3; et notification dépositaire C.N.107.1981.TREATIES-2 du 27 mai 1981 (procès-verbal de rectification du texte authentique anglais du paragraphe 1 de l'article 5).	
<b>Note :</b> L'Accord a été adopté par la résolution 34/68 <sup>e</sup> de l'Assemblée générale des Nations Unies en date du 5 décembre 1979. Il a été ouvert à la signature le 18 décembre 1979.	

<b>Participant</b>	<b>Signature</b>	<b>Ratification, Adhésion(a)</b>
Arabie saoudite		18 juil 2012 a
Australie		7 juil 1986 a
Autriche	21 mai 1980	11 juin 1984
Belgique		29 juin 2004 a
Chili	3 janv 1980	12 nov 1981
France	29 janv 1980	
Guatemala	20 nov 1980	
Inde	18 janv 1982	
Kazakhstan		11 janv 2001 a
Koweït		28 avr 2014 a
Liban		12 avr 2006 a
Maroc	25 juil 1980	21 janv 1993
Mexique		11 oct 1991 a

Pakistan		27 févr 1986 a
Pays-Bas <sup>2</sup>	27 janv 1981	17 févr 1983
Pérou	23 juin 1981	23 nov 2005
Philippines	23 avr 1980	26 mai 1981
Roumanie	17 avr 1980	
Turquie		29 févr 2012 a
Uruguay	1 juin 1981	9 nov 1981

**Déclarations et Réserves**  
(En l'absence d'indication précédant le texte, la date de réception est celle de la ratification ou de l'adhésion.)

### France

*Lors de la signature :*

*Déclaration interprétative*

"Pour la France, la disposition contenue dans l'article 3, paragraphe 2, de l'Accord en ce qui concerne le recours ou la menace de recours à l'emploi de la force ne saurait signifier autre chose que de rappeler, pour le domaine qui fait l'objet de l'Accord, le principe de la prohibition du recours à la menace ou à l'emploi de la force auquel doivent se conformer les États dans leurs relations internationales, tel que celui-ci se trouve exprimé dans la Charte de l'ONU."

## Annexe 6 : Liste des puissances spatiales

D'après « Puissances spatiales ayant réussi une satellisation », Destination orbite, disponible à l'adresse suivante : <http://www.destination-orbite.net/lanceurs/liste.php> (consultée le 15 mars 2014).

### Puissances spatiales ayant réussi une satellisation

#### 1) Russie

La Russie et plus précisément l'Union Soviétique, devient la première puissance spatiale avec la mise sur orbite de Spoutnik 1 le 04 octobre 1957 à l'aide d'un missile R7 reconvertis en lanceur spatial. Avec la chute de l'Empire Soviétique, l'arsenal spatial a été partagé entre la Russie et l'Ukraine. Pour faciliter la compréhension, tous les lanceurs de l'ex-URSS, Russie et Ukraine sont repris sur ce site sous la bannière russe.

#### 2) États-Unis

Les États-Unis auraient pu être les premiers à envoyer un satellite dans l'espace dès 1956 avec l'aide du lanceur Jupiter développé par l'équipe de l'ingénieur allemand Wernher von Braun. Mais certains responsables politiques ainsi qu'une partie de l'opinion publique, voyaient d'un mauvais œil l'idée que le premier satellite américain puisse être lancé par d'anciens nazis. Décision a été prise de donner priorité à un lanceur 100% américain, le Vanguard. Le cinglant échec du lanceur le 6 décembre 1957 permet à von Braun de revenir dans la course. Le 31 janvier 1958, il place sur orbite *Explorer 1*, presque 4 mois après Spoutnik 1.

#### 3) France

La France devient la troisième puissance spatiale en plaçant sur orbite le satellite *Astérix* le 26 novembre 1965 à l'aide de sa fusée Diamant lancée depuis la base d'Hammaguir en Algérie.

#### 4) Japon

Le Japon entre dans le club des puissances spatiales en février 1970 avec la mise sur orbite d'*Oshumi* par un petit lanceur à poudre Lambda, développé par l'ISAS, dépendant de l'Université de Tokyo. Cinq ans plus tard, la Nasda (agence spatiale japonaise) lance sa première fusée à carburants liquides, N-I développée sous licence américaine. Après une profonde crise au début des années 2000, la Nasda et l'ISAS fusionnent pour donner naissance à la JAXA.

#### 5) Chine

Le Japon et la Chine se sont battus pour être à la quatrième place des puissances spatiales, après la Russie en 1957, les États-Unis en 1958 et la France en 1965. La première tentative de lancement du satellite China 1 s'est soldée par un échec. Ce n'est qu'en avril 1970, 2 mois après le Japon que la Chine rejoint le club des puissances spatiales ayant placés un satellite par leurs propres moyens.

#### 6) Royaume-Uni

Tout comme la France, le Royaume-Uni avait développé son propre programme spatial. Il était principalement axé autour de son lanceur Black-Arrow qui a propulsé la Royaume-Uni au rang de puissance spatiale le 28 octobre 1971. La fusée avait décollé de la base de Woomera en Australie et avait placé sur orbite le petit satellite *Prospero*. Ce fut la seconde tentative de mise sur orbite mais aussi la dernière réalisée par le pays.

#### 7) Union européenne

Jusqu'à l'avènement d'Ariane en 1979, il existait deux filières de lanceurs européens: les lanceurs nationaux et les lanceurs européens. Deux pays vont développer leur propre programme spatial: La France et le Royaume-Uni. La première réalise le lanceur *Diamant* qui place sur orbite *Astérix* le 26 novembre 1965. La France devient la troisième puissance spatiale. Le Royaume-Uni rejoint le club en 1971. Parallèlement aux lanceurs nationaux, la France et la Royaume-Uni participent au programme

*Europa*, le premier lanceur européen. Sa première tentative de mise sur orbite remonte à 1968 mais s'est soldée par un échec. Trois autres tentatives, tout aussi désastreuses, sonneront le glas du projet européen. Au même moment, le Royaume-Uni décide d'abandonner ses lanceurs et missiles nationaux, tandis que la France dessine les premiers plans d'un gros lanceur qui sera européenisé en 1972, ce sera Ariane qui réussit son premier lancement le 24 décembre 1979.

#### 8) Inde

L'Inde devient officiellement la 8ème puissance spatiale, après la Russie, les États-Unis, la France, le Japon, la Chine, le Royaume-Uni et l'Union européenne, en plaçant sur orbite un petit satellite technologique, *Rhohini*, avec son petit lanceur à poudre SLV-3.

#### 9) Israël

Depuis qu'il a réussi à placer sur orbite *Ofeq*' 1 en septembre 1988, Israël n'a réalisé que 7 tentatives de mise sur orbite au 01 décembre 2011 et en a réussi 5 avec le lanceur à poudre *Shavit*, dérivé du missile *Jericho* II.

#### 10) Iran

L'Iran a rejoint le club très fermé des puissances spatiales le 02 février 2009 en plaçant sur orbite le satellite *Omid* à l'aide du lanceur *Safir* 2. Bien que ce lancement soit civil, de nombreuses nations craignent que le programme ne soit que la partie visible de l'iceberg et qu'il cache en réalité un programme d'armement longue portée.

#### 11) Corée du Nord

Après plusieurs tentatives infructueuses, la Corée du Nord rejoint le club des puissances spatiales le 12 décembre 2012. Le NORAD confirme la présence du satellite *Kwangmyongsong* 3B lancé par une fusée *Unha* 3 depuis le *Sohae Satellite Center*. L'orbite estimée serait de  $494 \times 588$  km avec une inclinaison de  $97.4^\circ$ .

#### 12) Corée du Sud

Après deux tentatives infructueuses en 2009 et 2010, la Corée du Sud rejoint son voisin nord-coréen sur orbite terrestre. Le 30 janvier 2013, la fusée KSLV réussit la mise sur orbite du satellite STSAT 2C. Elle utilise comme premier étage, un étage développé par les Russes pour leur nouveau lanceur *Angara*. Quant à la partie haute, elle a été mise au point par l'agence spatiale sud coréenne, la KARI.

### Puissances spatiales ayant tenté une mise sur orbite

#### Brésil

On peut dire que le Brésil joue de malchance. Depuis qu'il a tenté pour la première fois une mise sur orbite, en novembre 1997, 2 autres tentatives se sont soldées par un échec. La troisième, en août 2003, causera la destruction totale de la base de lancement et la mort de 21 personnes lorsque la fusée explose pendant les préparatifs. L'explosion a provoqué un coup d'arrêt dans le programme des lanceurs, le temps de corriger toutes les anomalies qui ont conduit à trois échecs sur trois tentatives

## Annexe 7 : Politique spatiale des agences spatiales autres que l'ISRO et le CNSA

- La Nasa après l'abandon du projet « Constellation » (datant de 2005) se concentre sur la conception d'un gros lanceur (dénommé « SLS ») (afin de ne plus dépendre des Russes pour envoyer leurs astronautes vers l'ISS, les navettes étant officiellement retirées du service depuis 2011), d'une capsule spatiale (dénommée « Orion ») (toujours pour rejoindre l'ISS) et d'un projet d'atterrisseur lunaire (au pôle sud de la Lune) aux environs de 2025<sup>160</sup>. Quant au programme martien, le retour d'échantillons via des sondes robotisées reste l'option choisie.
- La Russie veut renouveler ses satellites de télécommunication et d'observation de la Terre, créer un nouveau site de lancement pour les vols habités<sup>161</sup>, mettre au point un nouveau lanceur, moderniser la capsule Soyouz, participer à l'ISS au moins jusqu'en 2020, créer une base lunaire<sup>162</sup> et préparer des vols vers Mars. C'est un des rares pays dont le budget spatial est en croissance (+ 52 milliards \$ jusqu'en 2020). Après 10 ans de disette budgétaire c'est M. Poutine qui redonne en 2003 l'impulsion au programme spatial russe, cependant ce dernier reste victime d'agissements bureaucratiques (la sécurité est parfois négligée mettant en péril les succès potentiels). À noter l'accord russo-belge relatif à l'exploration de l'espace extra-atmosphérique du 20 décembre 2000.
- Suite à l'impulsion de l'Esa, l'Union européenne crée en 2003 le « Conseil Espace Européen » afin de définir une stratégie commune, puis le traité de Lisbonne confère une compétence spatiale à l'Europe. Pour l'Esa et la Nasa le retour d'échantillons de Mars est la première priorité. les Européens auraient aussi le projet ambitieux d'envoyer un homme sur Mars en 2030<sup>163</sup> (mission « Aurora »).
- La France -outre son programme de lanceurs et de satellites scientifiques- se focalise sur le retour d'échantillons lunaires et martiens<sup>164</sup>. Toute mission habitée lunaire ne se ferait que via l'Europe.
- La Chine veut lancer des taïkonautes dans l'espace dans le double but de travailler dans sa propre station (prévue entre 2018 et 2022) et d'alunir (en 2025). La Chine veut démontrer sa capacité à accomplir seule des programmes d'exploration spatiale et ce d'autant plus qu'elle est soumise à un embargo américain sur les technologies sensibles (règles « ITAR »)<sup>165</sup>. La Chine veut confirmer son statut de superpuissance.

<sup>160</sup> Cours ULg « Exploration spatiale » de M. G. RAUW dans le cadre du Master en Sciences Spatiales. Il se réfère à l'article de LASKEV John « Race to the Moon for nuclear fuel », Wired.com, 15 décembre 2006 disponible à l'adresse suivante : <http://archive.wired.com/science/space/news/2006/12/72276?currentPage=1> (consultée le 15 décembre 2014) : « Nasa plans to have a permanent moon base by 2024, but America is not the only nation with plans for a moon base. China, India, the European Space Agency, and at least one Russian corporation, Energia, have visions of building manned lunar bases post-2020 ».

<sup>161</sup> La Russie aimerait construire un nouveau spatioport afin de remplacer celui de Baïkonour. Ce nouveau spatioport pourra accueillir les astronautes du monde entier et sera situé à Vostochny, près de la frontière chinoise. Voir « Russie : Un programme spatial de 52 milliards de dollars », Journaldugeek 14 avril 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://www.journaldugeek.com/2013/04/15/russie-un-programme-spatial-de-52-milliards-de-dollars/> (consultée le 15 novembre 2014) / « Espace : la Russie dédie 50 milliards de dollars à divers programmes », Générations Nouvelles Technologies, 14 avril 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://www.generation-nt.com/espace-russie-dedie-50-milliards-dollars-divers-programmes-actualite-1719482.html> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>162</sup> « Projets spatiaux de la Russie : coloniser la Lune et lancer des vols vers Mars », Russia Beyond the Headlines (RBTH), 16 avril 2014, disponible à l'adresse suivante : [http://fr.rbth.com/tech/2014/04/16/projets\\_spatiaux\\_de\\_la\\_russie\\_coloniser\\_la\\_lune\\_et\\_lancer\\_des\\_vols\\_vers\\_28725](http://fr.rbth.com/tech/2014/04/16/projets_spatiaux_de_la_russie_coloniser_la_lune_et_lancer_des_vols_vers_28725) (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>163</sup> MESSINA Piero, « The Aurora Programme, Europe's Framework for Space Exploration », Esa bulletin n° 126, May 2006, disponible à l'adresse suivante: [http://www.Esa.int/Esapub/bulletin/bulletin126/bul126b\\_messina.pdf](http://www.Esa.int/Esapub/bulletin/bulletin126/bul126b_messina.pdf) (consultée le 15 avril 2014).

<sup>164</sup> Mars a la particularité d'avoir conservé en surface des terrains de différentes époques. En particulier des terrains anciens témoignent d'un environnement peut-être propice à la vie.

<sup>165</sup> « International Traffic in Arms Regulations », US Government Publishing Office, electronic code of federal regulations valid as from 17 December 2015, disponible à l'adresse suivante: [http://www.ecf.r.gov/cgi-bin/text-idx?SID=272bdc49f38b07396fb22b83605ad60d&mc=true&tpl=/ecf.rbrowse/Title22/22Cl\\_subchapM.tpl](http://www.ecf.r.gov/cgi-bin/text-idx?SID=272bdc49f38b07396fb22b83605ad60d&mc=true&tpl=/ecf.rbrowse/Title22/22Cl_subchapM.tpl) (consultée le 21 décembre 2015). L'industrie européenne des satellites - mais pas seulement elle - utilise des

- Le Japon a une vision en termes de politique spatiale<sup>166</sup> excepté la coopération dans le cadre de l'ISS, il s'agit d'obtenir un leadership scientifique dans le cadre de l'observation de l'espace, de l'exploration des astéroïdes et de la conception de technologies destinées à l'utilisation de la Lune. L'exploration spatiale lunaire est considérée comme prioritaire (établissement d'une base lunaire en 2030 dans le cadre d'une coopération internationale). Le Japon désire également disposer d'une autonomie dans le cadre de ses vols habités aux alentours de 2015-2020.

---

composants américains. Elle doit passer par la procédure « ITAR » d'autorisation d'exportation de matériels comportant des composants jugés sensibles par les États-Unis.

<sup>166</sup> Plan spatial de 2009 et vision 2025 de la JAXA (agence spatiale japonaise).

## Annexe 8 : Les lanceurs et le programme satellitaire indien

### Les lanceurs

*Le lanceur détermine l'orbite atteinte et la masse satellisable donc la charge utile.*

Le gouvernement indien définit des objectifs plus ambitieux pour sa politique spatiale : la construction d'un lanceur national est décidée en 1972.

- Le principal site de lancement est le centre spatial de Satish DHAWAN situé à Sriharikota et créé en 1971.



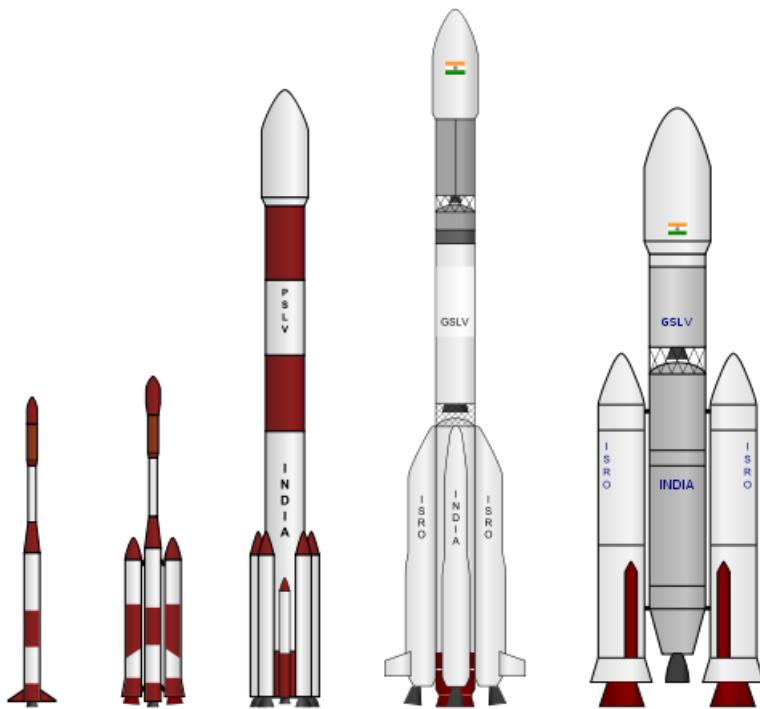
D'après les sources suivantes :

- (1) « Indian Space Programme », ISRO, disponible à <http://www.isro.gov.in/newsletters/contents/spaceindia/apr2011-dec2011/article0.htm> le 15 novembre 2014 ;
- (2) « ISRO - Glimpses of Indian Space Programme », disponible à <http://pillownaut.com/intl/isro1.html> (consultée le 22 décembre 2015).

- Originalité de l'Inde: La fusée SLV3 (Satellite Launch Vehicle) est un engin civil qui servira de base à la création de missiles balistiques militaires alors que dans les autres pays ce sont les missiles militaires qui ont le plus souvent servi de base à la conception de lanceurs.
- Le premier satellite indien, *Aryabhata*, est lancé par une fusée soviétique Cosmos-3M depuis la base de lancement de *Kapoustine Iar* en 1975. Quelques jours après son lancement le contact est perdu.
- Le premier tir du lanceur national SLV3 a lieu en 1979 et est un échec mais les trois lancements suivants réalisés en 1980, 1981 et 1983 permettent de placer en orbite des petits satellites scientifiques.
- En 1979 un lanceur russe place en orbite le premier satellite d'observation de la Terre indien : *Bhaskara I*. *Bhaskara II* sera lancé en 1981.
- Au début des années 1980 une version plus puissante du lanceur SLV3 est développée (l'ASLV : *Advanced/Augmented Satellite Launch Vehicle*). Les deux premiers lancements de l'ASLV en 1987 et 1988 sont des échecs et le troisième en 1992 un échec partiel (orbite trop basse). Seul le dernier lancement via un ASLV en 1994 permet de placer en orbite un satellite scientifique de la série SROSS (*Stretched Rohini Satellite Series*).
- Le PSLV (*Polar Satellite Launch Vehicle*) constitue la troisième génération de lanceurs. Le premier vol en 1993 est un échec mais les vols suivants sont tous des succès. Le PSLV qui peut placer 3 700 kg en orbite basse devient le lanceur standard utilisé pour lancer les satellites à destination de l'orbite basse. 14 lancements ont eu lieu fin 2009.
- Le GSLV (*Geosynchronous Satellite Launch Vehicle*) est le dernier lanceur et le plus puissant des lanceurs développé par l'ISRO<sup>167</sup> (l'agence spatiale indienne) dont le développement est décidé en 1990 pour permettre à l'Inde de lancer ses satellites en orbite géostationnaire<sup>168</sup>. Pour parvenir à placer plus de deux tonnes en orbite géostationnaire, l'ISRO a recours de manière massive à des technologies importées. En 1993 l'Inde veut acquérir la licence de construction du moteur russe, mais la Russie doit refuser sous la pression des États-Unis qui considère qu'il s'agit d'une violation de diffusion des technologies de missile. La Russie vend sept moteurs et l'Inde décide de développer son propre moteur. Les lanceurs PSLV et GSLV sont assemblés au *Vikram Sarabhai Space Centre*, le site le plus important de l'ISRO.
- En 2000 l'ISRO entame la campagne d'essais de son moteur cryogénique. Celui-ci doit être monté sur une version modifiée GSLV. Le moteur devint opérationnel le 5 janvier 2014 quand il fut testé avec succès sur le lanceur GSLV-D5.

<sup>167</sup> « Indian Space Research Organisation », ISRO, disponible à l'adresse suivante: <http://isro.org/> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>168</sup> L'orbite géostationnaire, abrégée GEO (*geostationary orbit*) est une orbite située à 35 784 km d'altitude au-dessus de l'équateur de la Terre, dans le plan équatorial et d'une excentricité orbitale nulle. Elle s'oppose à l'orbite basse (altitude inférieure à 1 000 km) principalement occupée par les satellites d'observation de la terre et les stations spatiales. Un satellite en orbite géostationnaire fait le tour de la Terre en 25 heures. Vu depuis le sol, il occupe donc une position fixe dans le ciel.



Les lanceurs indiens : de gauche à droite SLV, ASLV, PSLV, GSLV MK I/II, GSLV MK III

D'après « Launchers », Indian Space Research Organisation, disponible à l'adresse suivante : <http://isro.org/launchers> (consultée le 21 décembre 2015).

## Le programme satellitaire

### *Satellites de télécommunication et météorologiques*

- En 1981 l'Inde lance APPLE un premier satellite de télécommunications expérimental en orbite géostationnaire via une fusée Ariane.
- L'Inde place en orbite en 1983 un satellite de la série INSAT-1 (*Indian National Satellite System*). Il s'agit d'un satellite fournissant des services de télécommunications et météorologiques. Fin 2009 l'Inde dispose de 21 engins polyvalents fournissant un vaste réseau de télécommunications et de diffusion de télévision par satellites.
- En 1999 l'ISRO commercialise pour la première fois la mise sur orbite de satellites pour le compte d'autre pays (via la société Antrix créée à cet effet en 1992) : le vol PSLV emporte outre un satellite d'observation indien deux petits satellites allemand et coréen.

### *Satellites d'observation de la Terre*

- L'IRS (*Indian Remote Sensing satellite*) est une famille de satellites de télédétection lancés et exploités par l'ISRO dont le premier exemplaire<sup>169</sup> a été placé en orbite en mars 1988 via un lanceur soviétique.
- L'Inde a commencé à développer son propre programme de satellites de télédétection avec comme objectif d'aider l'économie nationale dans les domaines de l'agriculture, de la gestion des ressources en eau, de la sylviculture, de l'écologie, des pêcheries et de la gestion de la bande littorale. L'apparition de satellites dotés de résolution élevée a créé de nouvelles applications dans

<sup>169</sup> IRS 1A : le premier satellite d'observation de la Terre de construction indienne.

le domaine de l'urbanisme et de la planification de la construction des infrastructures. Tous ces satellites sont placés en orbite héliosynchrone<sup>170</sup>.

### Satellites de positionnement (GPS)

- L'Indian Regional Navigational Satellite System (IRNSS) conçu par l'ISRO est un système de positionnement (GPS) par satellites formé par une constellation de sept satellites. Le premier d'entre eux, IRNSS-1A pesant 1425 kg, a été mis en orbite par le lanceur PSLV-C22 le 1er juillet 2013. Le deuxième, IRNSS-1B a été placé en orbite le 23 avril 2014. Ce système devrait être opérationnel en 2015, il devrait couvrir à terme l'Asie du Sud, sur une zone de 1500 km autour de l'Inde.

### Satellites militaires

- En 2005 le ministre de la Défense indien annonce qu'il va développer un satellite de reconnaissance militaire qui doit être opérationnel en 2007. Ceci ne fut réalisé qu'en 2013 lorsque le satellite géostationnaire GSAT-7, à l'usage exclusif de la Marine Nationale Indienne, a été mis en orbite le 30 août 2013 par une fusée Ariane-5<sup>171</sup>. Il est destiné à la communication de la flotte et la surveillance des façades maritimes.
- Face à une montée des menaces extérieures, l'Inde s'est procuré un satellite de reconnaissance radar RISAT-2 auprès d'Israël. Celui-ci a été placé sur orbite le 20 avril 2009 par un lanceur PSLV.
- En 2010 la Russie et l'Inde signent un accord sur l'utilisation du signal de navigation russe par satellite Glonass<sup>172</sup>. La Russie a signé cet accord avec d'autres pays mais seule l'Inde bénéficie de cet accord à des fins militaires, ce qui atteste du caractère stratégique du partenariat entre les deux pays.

### Satellites scientifiques

- L'Inde place en orbite en 1994 un satellite scientifique de la série SROSS (*Stretched Rohini Satellite Series*).
- Astrosat est le premier observatoire astronomique spatial indien. Il devrait être lancé en 2015 par un lanceur PSLV.
- Pour les explorations scientifiques de la Lune et de Mars voir l'annexe 22 ci-dessous.

---

<sup>170</sup> Orbite héliosynchrone: Étymologiquement et par analogie avec l'orbite géosynchrone, une orbite héliosynchrone est une orbite géocentrique qui effectue un mouvement de précession en exactement un an. De cette façon, le satellite survole un lieu donné toujours à la même heure locale, ce qui est avantageux pour des applications d'observations de la Terre. Les satellites en orbite héliosynchrone exploitent le fait que la Terre n'est pas une sphère parfaite et la perturbation résultante du champ gravitationnel de la Terre imprègne un mouvement de précession au plan de l'orbite du satellite.

<sup>171</sup> EFE, « Les spécialistes indiens ont annoncé la mise en orbite réussie du satellite militaire GSAT-7 de fabrication indienne », Sputniknews.com, 30 août 2013, disponible à l'adresse suivante : [http://fr.sputniknews.com/french.ruvr.ru/news/2013\\_08\\_30/Linde-a-mis-en-orbite-son-premier-satellite-militaire-6610/](http://fr.sputniknews.com/french.ruvr.ru/news/2013_08_30/Linde-a-mis-en-orbite-son-premier-satellite-militaire-6610/) (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>172</sup> Sputnik France, « Russie-Inde : accord sur l'utilisation militaire de GLONASS », 12 mars 2010, disponible à l'adresse suivante : <http://fr.sputniknews.com/defense/20100312/186236873.html> (consultée le 15 novembre 2014). Le système de navigation GLONASS (*Global Navigation Satellite System*) est destiné à positionner les objets sur terre et en mer. 18 satellites sont nécessaires pour couvrir le territoire russe et au moins 24 pour embrasser l'ensemble de la Terre.

## Annexe 9 : Aperçu de l'industrie aérospatiale indienne

Les neuf principales organisations industrielles toutes sous le contrôle administratif du ministère de la défense nationale sont les suivantes :

1. HAL - Hindustan Aeronautics Ltd<sup>173</sup> (33 990 employés en 2010)
2. DRDO - *Defence Research Development Organization*<sup>174</sup> (+- 30 000 employés)
3. ISRO - *Indian Space Research Organization*<sup>175</sup> (18 561 employés en 2013)
4. Bharat Electronics Ltd<sup>176</sup> (12 000 employés en 2009)
5. Bharat Dynamics Ltd<sup>177</sup>
6. BEML - Bharat Earth Movers Ltd<sup>178</sup> (société publique pour 46 % des actions)
7. Ordnance Factory Board<sup>179</sup> (Matériel militaire : 164 000 employés)
8. Mishra Dhatur Nigam Ltd<sup>180</sup>
9. BrahMos Aerospace<sup>181</sup> : Joint-venture publique Inde (DRDO) - Russie

D'après les sources suivantes :

- (1) « Aerospace Industry in India », Defence Aerospace.com, disponible à l'adresse suivante: <http://www.defense-aerospace.com/articles-view/feature/5/102287/quick-overview-of-india%E2%80%99s-aerospace-industry.html> (consultée le 15 novembre 2014) ;
- (2) « Aerospace Companies in India », AM.itt Ventures, disponible à l'adresse suivante: <http://www.aM.itt.com/industries/aerospacedefense/aerospace-companies-in-india/> (consultée le 15 novembre 2014)

---

<sup>173</sup> « HAL », Hindustan Aeronautics Ltd, site disponible à l'adresse suivante : <http://hal-india.com/> (consultée le 15 novembre 2014)

<sup>174</sup> « Defense Research Development Organisation », DRDO, site disponible à l'adresse suivante : <http://www.drdo.gov.in/drdo/English/index.jsp?pg=homebody.jsp> (consultée le 15 novembre 2014)

<sup>175</sup> « Annual Report 2014-2015 », Human Resources p. 104, ISRO (Government of India, Department of Space), site disponible à l'adresse suivante: <http://www.isro.gov.in/sites/default/files/pdf/AR2014-15.pdf> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>176</sup> « Bharat Electronics Ltd », Bharat Electronics Limited (Goverment of India, Ministry of Defence), site disponible à l'adresse suivante: <http://www.bel-india.com/> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>177</sup> « Bharat Dynamics Ltd », Bharat Dynamics Limited (A Governement of India Enterprise), site disponible à l'adresse suivante: <http://bdl.gov.in/> (consultée le 22 décembre 2015).

<sup>178</sup> « BEML Limited », Bharat Earth Movers Limited, site disponible à l'adresse suivante : <http://www.bemlindia.com/> (consultée le 15 novembre 2014).

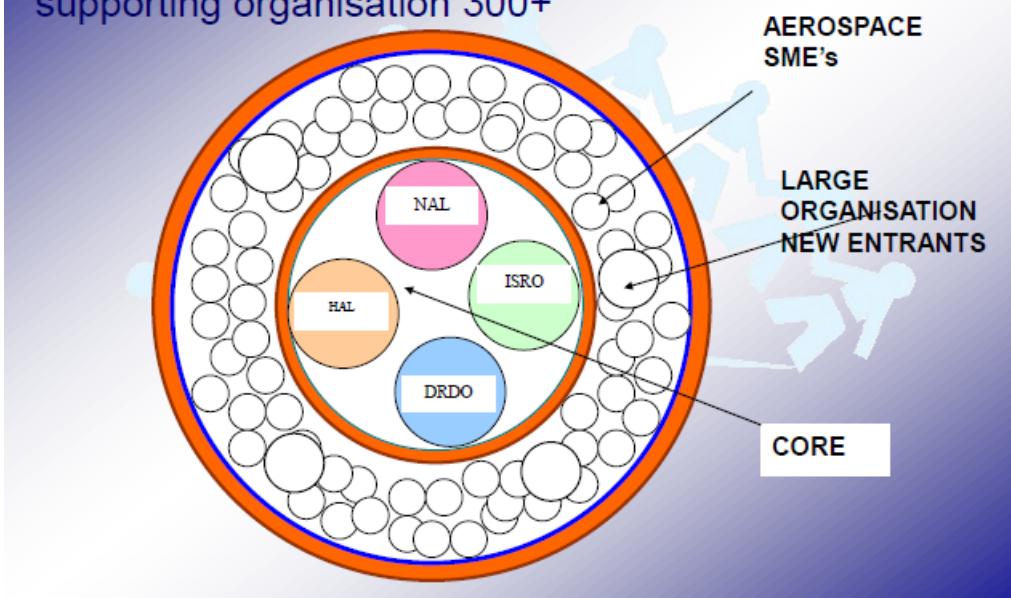
<sup>179</sup> « Indian Ordnance Factories », Ordnance Factory Board, site disponible à l'adresse suivante: <http://ofbindia.gov.in/index.php> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>180</sup> « Mishra Dhatur Nigam Ltd », Mishra Dhatur Nigam Limited (A Government of India Enterprise, Ministry of Defence), site disponible à l'adresse suivante : <http://www.midhani.gov.in/> (consultée le 15 novembre 2014)

<sup>181</sup> « Brahmos Aerospace », Brahmos Aerospace, site disponible à l'adresse suivante: <http://www.brahmos.com/> (consultée le 15 novembre 2014).

# Indian Aerospace Industry Structure

supporting organisation 300+



D'après les sources suivantes :

- (1) « Society of Indian Aerospace Technologies & Industries », site disponible à l'adresse suivante: <http://www.siati.org/> (consultée le 15 novembre 2014) ;
- (2) « Experts Asie-Pacifique au sein de l'AWEX », AWEX<sup>182</sup>, site disponible à l'adresse suivante: [http://www.awex.be/fr-BE/Contacts/Services\\_geographiques/Pages/ResultatsContactsExpertsMarches.aspx?country=Inde](http://www.awex.be/fr-BE/Contacts/Services_geographiques/Pages/ResultatsContactsExpertsMarches.aspx?country=Inde) (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>182</sup> Voir également M.. Ashley LYON, Aeronautics & Space expert - "Belgian FOREIGN TRADE & INVESTMENT AGENCY" (Agence Wallonne à l'exportation et aux investissements étrangers).

## Annexe 10 : Aperçu du programme spatial chinois

D'après «Le programme spatial chinois: compétition ou collaboration ?», dans le cadre du cours intitulé « Tradition et modernité dans la société chinoise» de M. A. THELE – Robert MARY, Avril 2014



### Les lanceurs

- *Dongfeng 1* (1960) / *Dongfeng 2* (1964) (ICBM)
- *Feng Bao* (1972-1981)
- Longue Marche 1 (1970) (5<sup>ème</sup> nation spatiale)
- Longue Marche 2 (1975)
- Longue Marche 3 (1984)
- Longue Marche 5 (2014)
- Longue Marche 7 (2018)
- Longue Marche 9 (2025)

### Les satellites

- Civils: *Dong Fang Hong*, *Fanhui Shi Weixing*, *Beidu*, « AsiaSat-1 » (1er satellite Télécoms chinois) (1990), ...
- Militaires: *Yaogang*, *Huanjin*, *Feng-Yun*, ... (Armes ASAT<sup>183</sup> (2007) → 3.000 débris spatiaux!)

### Les voyages habités et la station spatiale

*Shenzou* ("vaisseau divin")

- Echec coopératifs *Mir* et *Challenger* (1986)
- Capsule *Soyouz* (1990) et training (1996)
- 1er vol sans équipage (1999) – *Shenzou 1* (50 ans de la République populaire de Chine)
- 1er Taïkonaute (2003) – *Shenzou 5* (→ 3<sup>ème</sup> nation spatiale)
- 2<sup>ème</sup> vol habité avec équipage double (2005) – *Shenzou 6*
- 1<sup>ère</sup> sortie dans l'espace "EVA" et équipage triple (2008) – *Shenzou 7*
- 1<sup>ère</sup> femme Taïkonaute (2012) - *Shenzou 9*

*Tiangong* ("palais céleste")

- *Tiangong-1* (2011) – *Shenzou 8, 9 et 10* (1er rendez-vous orbital)
- *Tiangong-2* (2015)
- *Tiangong-3* (2018 à 2022) - Longue Marche 7 requis

<sup>183</sup> ASAT: antisatellite. Un missile est tiré afin de détruire un satellite ennemi. La destruction par la Chine le 11 janvier 2007 d'un satellite non opérationnel à l'aide d'un missile antisatellite (ASAT) a fait couler beaucoup d'encre parmi les analystes de la puissance militaire chinoise. Voir LABRECQUE Charles-Louis, BOURASSA Hugo, HERVOUET Gérard, « La puissance militaire de la Chine », Université Laval (Hautes Etudes Internationales), juin 2011, disponible à l'adresse suivante : [http://www.cms.fss.ulaval.ca/recherche/upload/hei/fichiers/modernisation\\_militaire\\_de\\_la\\_chine\\_1\\_1.pdf](http://www.cms.fss.ulaval.ca/recherche/upload/hei/fichiers/modernisation_militaire_de_la_chine_1_1.pdf) (consultée le 15 avril 2014).

## Missions vers la Lune

### Satellites exploratoires

- Coopération avec l'Esa (suivi des satellites)
- *Chang'e-1* (2007) (déesse de la lune dans la mythologie chinoise)
- *Chang'e-2* (2010) (retour des échantillons lunaires en 2017)
- *Chang'e-3* (2013) et Yutu ("Lapin de jade")
- *Chang'e-4* (2017)
- *Chang'e-5* (2017)

Taïkonaute (2025)

- Fusée "Longue Marche 9" requise

## Différences Inde-Chine

- Transferts technologiques US autorisés au profit de l'Inde
- L'Inde est signataire du traité de 1979 (activités des États sur la Lune)

## Annexe 11 : Les lanceurs et le programme satellitaire chinois

La Chine dispose en 2010 de trois centres de lancement :

- Le centre spatial de Jiuquan, le centre le plus moderne est dédié aux lancements des vols spatiaux habités et des satellites en orbite basse. Il est situé dans le nord de la Chine dans le *désert de Gobi*.
- Le centre spatial de *Taiyuan*, située dans la province du *Shanxi*, est utilisé pour lancer les satellites placés en orbite basse et en orbite héliosynchrone.
- Le centre spatial de Xichang est la base la plus proche de l'équateur et est à ce titre dédiée aux lancements en orbite géostationnaire. Elle est enclavée dans une zone montagneuse et *relativement peuplée* (pour les problèmes que cela pose, voir à ce sujet le chapitre 3.2.3 : le coût humain du programme spatial).



- Un quatrième centre de lancement est en cours de construction à Wenchang au sud de la Chine sur l'île de Hainan et bénéficie de meilleures conditions naturelles. Sa situation en bord de mer *limite les risques pour les populations avoisinantes* et permet le transport par voie maritime des fusées « Longue Marche 5 ».

La Chine dispose désormais d'une famille de lanceurs complète, les lanceurs « Longue marche », et a mis sur pied des programmes couvrant l'ensemble de l'activité spatiale : satellites de télécommunications, d'observation de la Terre, météorologiques, navigation, satellites de reconnaissance militaire. La Chine a un plan de développement ambitieux qui comprend le développement d'une nouvelle famille de lanceurs « Longue Marche 5 ».

### Les lanceurs

La Chine utilise pour ses lancements la famille de fusées « Longue marche » (*Chang ZHENG* : en abrégé CZ) qui permet de placer en orbite basse jusqu'à 12 tonnes. Il existe trois sous-familles de lanceurs spécialisées chacune dans la desserte d'un type d'orbite :

- Les lanceurs CZ-2 sont spécialisés dans la desserte de l'orbite basse. Ils peuvent placer de 3,3 à 9,5 tonnes en orbite basse. Le lanceur CZ-2F est la version utilisée pour lancer les vaisseaux spatiaux avec équipage.
- Les lanceurs CZ-3 sont spécialisés dans le lancement en orbite géostationnaire. Ils possèdent tous un étage supérieur propulsé par un moteur utilisant le mélange oxygène/hydrogène liquide.
- Les lanceurs CZ-4 sont dédiés à la desserte de l'orbite polaire et en particulier l'orbite héliosynchrone utilisée par les satellites d'observation de la Terre et les satellites de

reconnaissance. Les différents lanceurs de cette catégorie permettent de placer en orbite une charge utile pouvant aller jusqu'à 2,8 tonnes.

Les lanceurs chinois existants dérivés de missiles balistiques intercontinentaux sont peu performants par rapport aux lanceurs des autres nations spatiales et utilisent des ergols polluants et aujourd'hui coûteux.

La Chine développe donc une nouvelle famille de lanceurs « Longue Marche 5 » qui met en œuvre des moteurs modernes brûlant pour les premiers étages un mélange kérósène/oxygène liquide qui serait un « carburant propre » c.-à-d. non toxique et non polluant.

- Les lanceurs peuvent ainsi permettre de placer 1,5 à 25 tonnes en orbite basse et jusqu'à 14 tonnes en orbite géostationnaire.
- Le premier tir du nouveau lanceur était prévu pour 2014 mais il a été reporté à 2016.



© AP Press, maquette du futur lanceur « Longue Marche 5 » qui devrait voler en 2016.

La version 7 de la famille (prévue pour 2018<sup>184</sup>) pourra elle lancer plus de 13,5 tonnes en orbite basse et 5,5 tonnes en orbite héliosynchrone.

Malgré le développement actuel de deux nouveaux lanceurs, « Longue Marche » 5 et 7, le pays se trouve dans une impasse. Ces deux lanceurs, encore en phase de développement, ont, sur le papier, des performances certes remarquables, mais bien en-deçà des besoins pour l'exploration spatiale. Pour aller sur la Lune, la Chine devra compter sur un lanceur au moins 4 fois plus puissant que « Longue Marche 7<sup>185</sup> » afin de supporter le poids du véhicule spatial.

La Nasa en développe actuellement un lanceur qui devrait lancer jusqu'à 130 tonnes en orbite basse, 10 tonnes de plus que ce qu'était capable la légendaire Saturn V du programme *Apollo*. Quant aux Russes, ils étudient un lanceur qui pourrait lancer jusqu'à 110 tonnes, toujours en orbite basse

« Longue Marche 7 » permettra de mettre en orbite les composantes de la future station spatiale mais sera notoirement insuffisant pour aller sur la Lune. La fusée « Longue Marche 9 » sera nécessaire car seule capable de supporter le poids du LEM (module d'alunissage).

## Le programme satellitaire

### Satellites de télécommunication

La Chine a cherché très tôt à développer sa propre famille de satellites de télécommunications en orbite géostationnaire, les *Dong Fang Hong* (L'Orient est rouge):

- Il existe plusieurs opérateurs de satellites chinois utilisant des satellites d'origine nationales ou non : China DBSat et ChinaSatcom sont des sociétés détenues par l'État chinois tandis que APT Group et AsiaSat sont des sociétés privées basées à Hong Kong.
- La Chine a lancé en 2008 et 2011 deux satellites relais *Tianlian* en orbite géostationnaire. Ces satellites de télécommunications doivent permettre d'assurer une couverture radio entre les vols spatiaux habités en orbite basse et la Terre.

### Satellites d'observation terrestre

Ils sont de 3 types :

- Les satellites FSW<sup>186</sup> (*Fanhui Shi Weixing*) à capsule récupérable ont été utilisés entre 1974 et 1995 à la fois à des fins civiles et militaires.
- Les satellites DMC (*Disaster Monitoring Constellation*) sont une série de microsatellites embarquant une caméra et développés sous maîtrise d'œuvre du constructeur anglais *Surrey Satellite Technology*. Ces satellites assurent une couverture optique permanente destinée à la prévention et au suivi des catastrophes majeures.
- Le Bureau d'État de la Mer lance des satellites d'observation des océans de la famille *Haiyang* (Océan).

### Satellites météorologiques

La Chine dispose à la fois de satellites géostationnaires et de satellites à défilement pour recueillir les

<sup>184</sup> YAN Zhang, « La fusée porteuse Longue Marche 7 décollera d'ici 5 ans », CCTV.com et Xinhua , 3 avril 2012, disponible à l'adresse suivante : <http://fr.cntv.cn/20120304/107595.shtml> (consultée le 15 avril 2014).

<sup>185</sup> DECOURT Rémy, « La Chine veut un lanceur de 100 tonnes pour aller sur la Lune », Futura-Sciences, 9 mars 2012, disponible à l'adresse suivante : <http://www.futura-sciences.com/magazines/espace/infos/actu/d/astronautique-chine-veut-lanceur-100-tonnes-aller-lune-37277/> (consultée le 15 avril 2014).

<sup>186</sup> Le premier lancement a lieu en 1974 et se solde par un échec. Depuis, plus d'une vingtaine de lancements ont eu lieu et le dernier en 2006.

données météorologiques. Ces satellites baptisés *Feng-Yun* (Vents et nuages) ont un numéro impair pour les satellites à défilement et un numéro pair pour les satellites géostationnaires.

### **Satellites de positionnement**

L'Armée chinoise a cherché à se doter très tôt d'un système de positionnement analogue au système GPS développé par les Américains. Ce système, baptisé *Beidou* moins sophistiqué que le GPS repose sur une constellation de satellites géostationnaires. Quatre satellites ont été lancés entre 2000 et 2007. La Chine a décidé officiellement de mettre en place en 2003 un système de positionnement aux caractéristiques comparables aux systèmes GPS et Galileo européen.

### **Satellites militaires**

La Chine dispose début 2012 de quatre satellites de télécommunications militaires basés sur la plateforme DFH-3 de type ChinaSat-20 (1 exemplaire lancé en 2003 et 2010) et ChinaSat-22 (lancés en 2000 et 2006).

Depuis les années 1970, la Chine lance des satellites d'observation FSW et *Ziyuan 2* (à compter de 2000) à vocation multiples civile et militaire. Les satellites FSW utilisent la technique des capsules récupérables : une fois les images stockées sur une pellicule photo, celle-ci est renvoyée sur Terre dans une petite capsule qui a la capacité d'effectuer une rentrée atmosphérique. Depuis 2007 des satellites de reconnaissance militaires de type *Yaogan*, transmettant directement les données par radio, sont lancés à fréquence rapprochée (15 satellites entre 2007 et 2011). Ils sont censés prévenir les catastrophes naturelles.

La Chine poursuit également une série de programmes de satellites de renseignement divers tels que les systèmes *Yaogan* (voir ci-dessus), *Huanjing* et *Feng-Yun*.

Pour ce qui est du programme *Huanjing*, il s'agit de satellites d'imagerie et de surveillance maritime, alors que les satellites *Fengyun* forment une constellation destinée à améliorer l'observation météorologique et la prévision climatique.

### **Les armes antisatellites**

Les armes antisatellites sont principalement destinées à détruire des satellites artificiels ennemis en cas de conflit. Seulement trois pays possèdent de telles capacités et ont procédé à des essais réussis : les États-Unis, la Russie et la Chine :

- Parmi ces technologies, la plus connue est une arme ASAT<sup>187</sup> directe, qui consiste à tirer un engin non armé, tel un missile afin de percuter et détruire sa cible. Une autre méthode consiste à utiliser un satellite et reprogrammer sa course pour que ce dernier entre en collision avec le satellite visé (la Chine maîtrise aussi cette technique)
- Un second groupe d'arme ASAT se situe dans la panoplie des armes à énergie dirigée. Ces armes comprennent notamment les lasers chimiques et à rayons X, ainsi que des armes à faisceaux (la Chine a dit maîtriser cette technique dès 2006).
- Finalement, les armes électroniques, le piratage et le brouillage et les attaques cybernétiques peuvent également être utilisés pour endommager des satellites<sup>188</sup>.

La destruction par la Chine le 11 janvier 2007 d'un satellite non opérationnel à l'aide d'un missile antisatellite (ASAT) a fait couler beaucoup d'encre parmi les analystes de la puissance militaire chinoise<sup>189</sup>. Cet événement, combiné à « l'aveuglement » par laser, survenu quelques

---

<sup>187</sup> ASAT: antisatellite.

<sup>188</sup> Il est toutefois connu que la Chine a adopté une stratégie formelle, la « Integrated Network Electronic Warfare » (INEW) qui combine et précise des missions offensives d'attaque informatiques et électroniques.

<sup>189</sup> LABRECQUE Charles-Louis, BOURASSA Hugo, HERVOUET Gérard, « La puissance militaire de la Chine », Université Laval (Hautes Etudes Internationales), juin 2011, disponible à l'adresse suivante : [http://www.cms.fss.ulaval.ca/recherche/upload/hei/fichiers/modernisation\\_militaire\\_de\\_la\\_chine\\_1\\_1.pdf](http://www.cms.fss.ulaval.ca/recherche/upload/hei/fichiers/modernisation_militaire_de_la_chine_1_1.pdf) (consultée le 15 avril 2014).

mois auparavant, d'un satellite américain survolant le territoire chinois, a non seulement démontré la relative fragilité des opérations américaines en Asie, mais a également laissé transparaître l'avancement des capacités spatiales chinoises. Ces deux évènements ont ravivé les spéculations quant au programme spatial chinois, engendrant même un dilemme sécuritaire dans la région. Ce n'est en effet que peu de temps après le test de destruction du satellite chinois de janvier 2007 que la réplique américaine s'est manifestée. En plus d'accroître le budget du Département de la Défense américain en matière de technologies spatiales pour 2008 et 2009, les États-Unis ont également procédé à leur propre test antisatellite en février 2008<sup>190</sup>, ce qui laissait présager les possibilités du début d'une course à l'armement spatial ainsi qu'une nouvelle concurrence militaire opposant Washington à Beijing.

Cet « essai » en 2007 a eu un impact sur le nombre de débris spatiaux<sup>191</sup>. Dans le contexte où les différentes puissances spatiales essaient de réduire le nombre de débris et d'en limiter la prolifération exponentielle, cet « essai » est un désastre « écologique spatial » qui ne contribue pas à la gloire de la Chine, mais témoigne d'un manque flagrant de sens des responsabilités...

Le Pentagone s'inquiète plus que jamais d'un programme *Star Wars* Chinois qui conduirait à la neutralisation de la flotte des satellites utilisés pour le commandement militaire et le contrôle des matériels, l'orientation des armes de précision, de communication et de collecte de renseignements. Bien que déterminée à mettre en place des moyens afin de contrer la suprématie américaine, la Chine devra encore déployer des efforts colossaux pour rivaliser avec Washington et son hyper-machine de guerre.

Le problème de la course aux armements dans l'espace ne date pas d'hier, les questions spatiales sont aussi débattues aux Nations Unies<sup>192</sup> dans le cadre des accords de désarmement:

La Chine considère que les instruments juridiques ne sont pas adaptés pour empêcher une course aux armements dans l'espace. C'est pourquoi elle a proposé à plusieurs reprises dès l'an 2000 la mise en place d'un Comité ad hoc pour la prévention d'une course aux armements dans l'espace extra-atmosphérique (Paros) à la Conférence des Nations unies sur le désarmement. Les États-Unis, eux, ont été et restent tout aussi résolus dans leur opposition à Paros. Il est fort probable que l'administration américaine continuera d'éviter tout accord qui puisse remettre en question ses projets de développement et de déploiement d'un système de défense de missiles.

En mai 2002, les délégations chinoise et russe ont conjointement présenté à la Conférence un document de travail dans l'espoir que les autres délégations étudient sérieusement, soutiennent et signent ce texte. En septembre 2002, la Conférence sur le désarmement clôture sa session sans être parvenue à aucun accord. Nous en sommes toujours au même point en 2016.

## Satellites scientifiques

Les responsables chinois ont choisi comme l'Inde de faire leur début dans le domaine de l'exploration du système solaire en lançant des engins d'une sophistication croissante vers la Lune qui présente l'avantage d'être à faible distance et donc de réduire la complexité des missions:

- La première sonde spatiale chinoise *Chang'e-1* est placée en orbite autour de la Lune en novembre 2007. Un des objectifs qui lui est assignée est la recherche d'un isotope rare de

<sup>190</sup> L'US Navy n'est pas en reste, puisque depuis 2008, elle s'est dotée de son propre système de missiles antisatellites avec le RIM-161 Standard Missile 3, d'un coût unitaire variant entre 10 et 15 millions de dollars selon les modèles. Voir La rédaction d'E&R, « Chine/États-Unis : les prémisses d'une guerre froide spatiale », Egalité & Réconciliation, 17 octobre 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://www.egaliteetreconciliation.fr/Chine-Etats-Unis-les-premisses-d-une-Guerre-froide-spatiale-20787.html> (consultée le 15 avril 2014).

<sup>191</sup> Cours ULg « Exploration spatiale » de M. G. RAUW dans le cadre du Master en Sciences Spatiales.

<sup>192</sup> ACUTHAN Jayan Panthamakkada, « Le programme spatial chinois : compétition ou collaboration ? » dans Perspectives chinoises (n° 92), décembre 2005, disponible à l'adresse suivante : <http://perspectiveschinoises.revues.org/931> (consultée le 15 avril 2014).

l'hélium, l'hélium 3 qui pourrait avoir des applications dans la production d'énergie (concernant son exploitation éventuelle sur la Lune).

- L'orbiteur lunaire *Chang'e-2* est lancé en octobre 2010. L'agence spatiale chinoise développe le petit orbiteur martien *Yinghuo-1* qui doit être transporté jusqu'à Mars par la sonde russe *Phobos-Grunt*. Malheureusement le lancement qui a lieu fin 2011 se conclut par une défaillance de l'engin russe qui ne parvient pas à quitter l'orbite terrestre.
- Le programme spatial chinois effectue une grande avancée avec le lancement de la sonde spatiale *Chang'e-3* le 1 décembre 2013 qui emporte un astromobile (rover) baptisé *Yutu*<sup>193</sup> et qui se pose le 14 décembre de la même année dans la Mer des pluies pour une mission d'une durée de 3 mois. *Chang'e-3* est le premier engin spatial chinois à se poser sur la Lune et le premier engin spatial à réussir cette opération depuis l'atterrissement de la sonde spatiale soviétique *Luna 24* qui avait ramené un échantillon de sol lunaire en 1976. La Chine a programmé dans les années suivantes une mission de retour d'échantillons de sol lunaire et envisage à long terme d'envoyer un équipage sur le sol lunaire

Huit satellites *Shin Jan* (« pratique » en chinois) ont été lancés entre 1971 et 2006 dans le but :

- de recueillir des données sur les couches supérieures de l'atmosphère ;
- d'étudier les rayons cosmiques ;
- de mener des expériences de microgravité ;
- d'étudier les interactions entre le vent solaire et la magnétosphère.

Début 2012 des satellites ont été lancés dans le but :

- de créer un télescope spatial à rayons X ;
- de créer un observatoire solaire ;
- d'étudier la météorologie spatiale ;
- d'étudier le suivi des vents et des vagues à la surface des océans ainsi que la relation entre océans et atmosphère.

---

<sup>193</sup> *Yutu* (ou « Lapin de Jade ») a connu quelques soucis dès le deuxième jour lunaire. Il ne fonctionne plus en tant que *rover* aux dernières nouvelles.

## Annexe 12: Engin motorisé chinois sur la Lune

La Chine a un plan de développement ambitieux qui comprend l'envoi de robots (engins motorisés<sup>194</sup>) à la surface de la Lune.

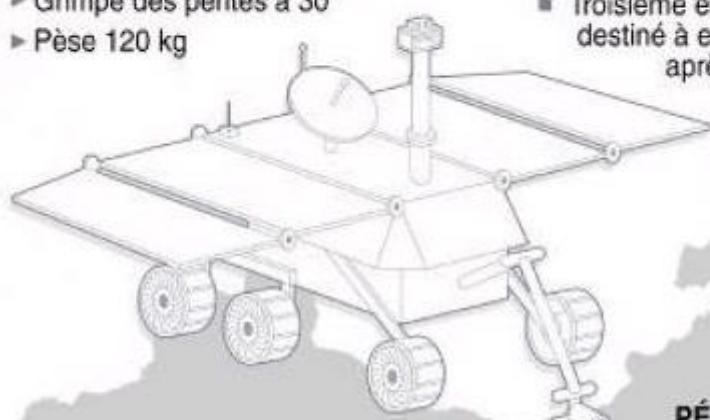
« La Chine et l'Iran à la conquête de l'espace », L'humanité.fr, 14 décembre 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://www.humanite.fr/monde/la-chine-et-liran-la-conquete-de-lespace-555306> (consultée le 15 avril 2014)

### La Chine lance un engin vers la lune

#### Véhicule d'exploration téléguidé « Yutu »

(lapin de jade)

- Avance à 200 m/h
- Grimpe des pentes à 30°
- Pèse 120 kg



#### Mission Chang'e-3 :

Explorer la surface de la lune et effectuer des analyses géologiques

- Doit alunir à la mi-décembre
- Troisième engin au monde destiné à explorer la lune après les missions américaine et soviétique



<sup>194</sup> Il y a des similitudes sur le plan conceptuel avec le programme soviétique *Lunokhod* des années 70.

## Annexe 13 : Historique de la coopération spatiale internationale - les projets majeurs

La coopération scientifique internationale permet avant tout de démontrer la possibilité de collaboration entre systèmes politiques différents.

La coopération scientifique internationale existe bien entendu dans d'autres domaines que le spatial (par exemple en antarctique) mais le secteur spatial bénéficie d'une plus grande visibilité donc d'un impact politique plus grand.

Afin de ne pas alourdir le texte je passerai sous silence l'aspect formel de la coopération : il s'agit des textes juridiques internationaux (par exemple le traité sur l'espace extra-atmosphérique), des documents statuant des accords de coopération généraux ou liés à des projets spécifiques (par exemple l'accord de coopération franco-soviétique de 1966) ou des documents statuant la création d'organismes spatiaux internationaux (par exemple l'Esa<sup>195</sup> créé en 1975).

La coopération spatiale internationale n'est pas une idée neuve, rappelons-en les projets les plus représentatifs au cours de l'histoire de la conquête spatiale:

- Le rendez-vous et l'arrimage orbital *Apollo-Soyouz* (coopération américano-russe en 1975 suite à un accord ratifié en 1972). Cela permettait une opération de sauvetage en orbite.
- La fusée Ariane<sup>196</sup> (coopération franco-allemande puis européenne<sup>197</sup>, programme lancé en 1973 mais le 1<sup>er</sup> décollage eut lieu en 1979). En 1977 les USA interdisent la production d'un carburant toxique<sup>198</sup> dès lors les Français se tournèrent vers la Russie, ce qui permit d'éviter au projet Ariane un retard certain<sup>199</sup>.
- L'utilisation en 1983 du laboratoire spatial européen *Spacelab* mis en orbite par la navette spatiale<sup>200</sup> américaine (le projet datait de 1979). Le Canada coopérera par la mise à disposition du bras permettant la manipulation en orbite des charges.
- Le rendez-vous et l'arrimage orbital entre la navette spatiale et la station *Mir*<sup>201</sup> (coopération américano-russe en 1995). Sur 103 cosmonautes ayant fréquenté la station *Mir*, 62 étaient de nationalité non russe. La station *Mir* fut lancée en 1986 et détruite en 2001 par rentrée

<sup>195</sup> European Space Agency. L'Esa -outre son siège à Paris- comporte divers sites majeurs répartis dans les pays suivants : Hollande (son centre technique), Italie (son centre d'exploration de la Terre et d'informatique) et Allemagne (son centre de contrôle des satellites). L'Esa dispose de sites de lancement de ballons et de stations de réception dans divers pays dont l'Espagne et les pays nordiques. L'Esa comporte 19 pays et 4 États coopérants non membres, lesquels ont vocation à devenir membres : Hongrie, Pologne, Slovénie et Estonie.

<sup>196</sup> Après l'échec du lanceur européen Europa II, les franco-allemands s'adressent aux Américains pour le lancement de leur satellite de télécommunications "Symphonie". Les États-Unis n'acceptent qu'une utilisation à des fins expérimentales afin d'éviter toute concurrence commerciale à leurs propres satellites de télécoms nationaux en situation de monopole. C'est le départ du projet Ariane.

<sup>197</sup> L'Italie (propulsion), la Suède, la Belgique, les Pays-Bas et la Suisse. Voir BAUDIN C., « Un tableau historique du programme Ariane », Esa, Août 1995, disponible à l'adresse suivante : <http://www.Esa.int/Esapub/bulletin/bullet83/bau83.htm> (consultée le 22 décembre 2015).

<sup>198</sup> Le diméthylhydrazine dissymétrique (UDMH). Voir AMMAR-ISRAËL Arlène et FELLOUS Jean-Louis, *L'exploration spatiale - au carrefour entre la science et la politique*, CNRS éd. 2011, p. 42. / BOREL Denis et SOURBÈS-VERGER Isabelle, *Un empire très céleste : La Chine à la conquête de l'espace*, éd. Dunod, 2008, p. 157.

<sup>199</sup> La coopération spatiale franco-russe date de 1966 (elle porte d'abord sur la ratification d'un accord sur l'utilisation pacifique de l'espace) dès lors que la France revendiquait son autonomie dans la conception de lanceurs, ce que les Américains ne voyaient pas d'un bon œil. Dès 1968 la France eut recours aux services de la Russie pour le lancement de ses propres satellites. Par la suite la coopération s'est étendue aux vols habités et aux lanceurs. Ainsi la station Saliout accueillera non seulement des cosmonautes des pays de l'Est mais également des spationautes français.

<sup>200</sup> La navette spatiale dénommée *Space Shuttle Transportation System*. Voir DE AMORIN Jimmy, BLERON Alexandre et FOURET Julien, « *Space Shuttle : l'exploration spatiale économique* », 2007, disponible à l'adresse suivante : <http://spaceconquest.pagesperso-orange.fr/SpaceShuttle.htm> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>201</sup> *Mir* signifie en russe à la fois paix et monde.

contrôlée dans l'atmosphère (absence de fonds pour l'entretien sachant que la Russie sera un grand contributeur pour la station spatiale internationale « ISS <sup>202</sup> »)

- La station spatiale internationale « ISS » (coopération internationale : projet exclusivement américain en 1983 puis étendu à la Russie en 1993 pour des raisons géopolitiques<sup>203</sup>, ensuite la coopération est étendue à l'Europe (10 pays<sup>204</sup>), au Japon et au Canada<sup>205</sup>. L'assemblage en orbite débute en 1998 grâce à la navette spatiale comme transporteur des modules russes et européens. L'Europe, la Russie, le Japon et le Canada ont décidé de maintenir l'exploitation de l'ISS jusqu'en 2020. Il est à noter que la Chine a été candidate à l'utilisation de l'ISS<sup>206</sup>.

Le tableau suivant donne une répartition des coûts par partenaire :

Répartition par pays <sup>207</sup>			
66%	USA + Europe + Japon	77%	USA
		12%	Japon
		8%	Europe
		3%	Autres
33%	Russie		

Depuis l'arrêt des navettes américaines, l'ISS est tributaire des capacités de transport des Russes. Ce qui explique le recours américain au secteur privé pour réduire les coûts d'exploitation de l'ISS. Des contrats ont été signés d'une part entre la Nasa et d'autre part les sociétés suivantes : Space X dirigée par l'inventeur du système « Paypal » et Orbital Sciences. Ces sociétés permettront de fournir des lanceurs permettant de réduire les coûts de mise en orbite.

- En 1997 une fusée américaine lance à Cap Canaveral l'orbiteur « Cassini ». Il était chargé de déposer la sonde européenne d'atterrissement « Huygens » sur Titan (lune de Saturne). Ce qui fut fait en 2005. C'est l'atterrissement le plus lointain jamais réalisé dans le système solaire.

<sup>202</sup> ISS: International Space Station.

<sup>203</sup> Suite à la dislocation de l'URSS, les dirigeants américains craignent alors que les compétences des techniciens très qualifiés mais désormais désœuvrés de l'industrie spatiale des pays de la CEI (« Communauté des Etats Indépendants », nouveau nom donné temporairement à une association d'États héritiers de l'ex-URSS) contribuent à la prolifération de missiles balistiques nucléaires dans des pays hostiles. Clinton veut faire de la coopération dans le domaine spatial le symbole de la nouvelle relation qui s'est établie entre les États-Unis et une Russie pacifiée. Voir « International Space Station - Significant challenges may limit onboard research - Report to Congressional Requesters», United States Government Accountability Office (rapport de la Cour des Comptes destiné aux membres du Congrès), Novembre 2009, disponible à l'adresse suivante : <http://www.gao.gov/new.items/d109.pdf> (consultée le 22 décembre 2015) / « International Space Station – International Cooperation », Nasa, 29 janvier 1998, disponible à l'adresse suivante : [http://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/cooperation/index.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/station/cooperation/index.html) (consultée le 22 décembre 2015).

<sup>204</sup> Les 10 membres de l'Esa (Agence spatiale européenne) sont les pays suivants : Belgique, Danemark, France, Allemagne, Italie, Pays-Bas, Norvège, Espagne, Suède et Suisse. Voir « L'Agence Spatiale Européenne – Corporate Presentation », Esa, Juillet 2015, disponible à l'adresse suivante : [http://Esa.multimedia.Esa.int/docs/corporate/Esa\\_Corporate\\_Presentation\\_FR.pdf](http://Esa.multimedia.Esa.int/docs/corporate/Esa_Corporate_Presentation_FR.pdf) (consultée le 22 décembre 2015).

<sup>205</sup> La coopération se matérialise notamment par le fait que plusieurs vaisseaux spatiaux se relaient pour le transport de matériel : les cargos Progress russes, ATV européens, le HTV japonais, tandis que le vaisseau russe Soyouz (et auparavant la navette spatiale américaine) assure de manière exclusive la relève donc le transport des équipages depuis l'arrêt de la navette spatiale américaine. La coopération se matérialise aussi de par la conception de l'architecture de la station (russe et américaine) et les expériences scientifiques menées dans le domaine de la biologie -en particulier l'adaptation de l'homme à l'absence de pesanteur-, la science des matériaux et l'astronomie (L'Europe a fourni le laboratoire « Columbus »). La particularité de la coopération internationale est la suivante : chaque utilisateur peut céder une partie de ses droits à un autre participant ou à une agence non impliquée dans la construction de la station. L'objectif de ces règles est que les biens et les services puissent être échangés grâce à des opérations de troc sans mouvements de fonds. Le leadership à bord de l'ISS a toujours été alterné : américain ou soviétique. Seule exception : le leadership belge en 2009 (par Frank de Winne).

<sup>206</sup> The Associated Press, « China wants a role in Space Station », CNN.com, 16 octobre 2007, disponible à l'adresse suivante : <http://web.archive.org/web/20080314104006/http://www.cnn.com/2007/TECH/space/10/16/china.space.ap/index.html> (consultée le 17 juillet 2015).

<sup>207</sup> AMMAR-ISRAËL Arlène et FELLOUS Jean-Louis, *L'exploration spatiale - au carrefour entre la science et la politique*, CNRS éd. 2011, p. 67-68.

C'est un des plus beaux exemples de coopération américano-européenne (même s'il ne s'agit que de 3 heures de données exploitables pour un voyage de 7 années).

Il est à noter que pour suivre des sondes à très grande distance un réseau d'antennes est nécessaire. L'Esa dispose d'un tel réseau en Espagne et en Australie. La Nasa dispose également d'un tel réseau non seulement aux USA mais également en Espagne et en Australie. Les différentes nations -sur base d'accords de coopération- utilisent ces réseaux d'antennes dans le cadre du suivi de leurs propres sondes.

D'autres projets de collaboration méritent d'être signalés :

- Suite à l'accord franco-soviétique de coopération pour l'exploration pacifique de l'espace de 1966, de nombreux exemples de coopération ont vu le jour. Ainsi une partie des échantillons de roches lunaires prélevés par les Russes (sondes *Luna* 17, 20 et 24) dans les années 1970-76 ont pu être analysés par la France<sup>208</sup>. Les robots lunaires russes (*Lunakhod* 1 et 2 déposés par les sondes *Luna* 16 et 21) ont disposé par après de la technologie française (réflecteurs lasers) dans le cadre de leur mission.
- En 1986 la Comète de Halley fut observée par la sonde Vega soviétique pourvue d'un télescope français. Les observations permirent la localisation du noyau de la comète et ainsi à la sonde européenne *Giotto* de s'approcher à 600 km dudit noyau<sup>209</sup>. C'était la 1<sup>ère</sup> fois que l'URSS s'ouvrait à une large coopération internationale avec l'Occident, ce qui contribua à la détente entre l'Est et l'Ouest.
- C'est une fusée Ariane<sup>210</sup> qui a envoyé en orbite un satellite océanographique de la Nasa en 1987 afin de mesurer le niveau des océans dans le cadre de l'étude de leur impact sur le climat (cycle du carbone).
- Lors du lancement des sondes *Voyager* 1 (pour l'observation de Jupiter et Saturne) en 1979 et *Voyager* 2 (pour l'observation de Jupiter, Saturne, Neptune et Uranus) en 1981, les chercheurs français ont collaboré avec les américains. (4 des 10 instruments scientifiques étaient français pour la sonde *Voyager* 1). Pour la petite histoire, chacune des sondes emporta un vidéodisque destiné aux éventuelles civilisations extraterrestres.
- Au niveau de l'exploration lunaire l'Esa a coopéré en 2007 à la mission chinoise *Chang'e-1* (avec son réseau de stations au sol pour le suivi de la sonde), en 2007 à la mission japonaise *Kaguya/Selene* (par un échange de données) et en 2008 à la mission indienne *Chandrayaan-1* (par l'emport de 3 expériences scientifiques).
- Pour la future colonisation de Mars une expérience a été tentée en Russie.

Il faut 520 jours à une sonde pour arriver sur Mars, y rester 1 mois et revenir sur Terre. L'institut de médecine spatiale russe et l'Esa ont collaboré sur le projet « Mars 500<sup>211</sup> » afin d'étudier les effets psychologiques d'une absence prolongée de longue durée dans un espace confiné (comment résister à de graves tensions ?). C'est une expérience grandeur nature en Russie commencée en 2009 permettant d'affiner les critères de sélection des futurs astronautes candidats à la présence sur une base martienne. Le projet « Mars 500 » comporte actuellement comme « cobayes » trois cosmonautes russes, deux astronautes européens (un italien, un français) et un taïkonaute chinois.

<sup>208</sup> *Ibid.* p. 232.

<sup>209</sup> A noter que c'est à ce moment et en dehors de toute coopération internationale que le Japon lance 2 sondes près de la comète (sonde *Sakigake* pour tester son lanceur et sonde *Suisei* dans le cadre de l'étude des plasmas).

<sup>210</sup> Voir « *Topex/Poseidon* », CNES, disponible à l'adresse suivante :

<http://www.aviso.oceanobs.com/fr/missions/missions-passees/topexposeidon/> (consultée le 22 décembre 2015) / AMMAR-ISRAËL Arlène et FELLOUS Jean-Louis, *L'exploration spatiale - au carrefour entre la science et la politique*, CNRS éd. 2011, p. 163.

<sup>211</sup> Voir « *Mars 500 Project* », IMBP (Institute for Bio-Medical Problems - State scientific center of the Russian Federation), disponible à l'adresse suivante : [http://mars500.imbp.ru/en/index\\_e.html](http://mars500.imbp.ru/en/index_e.html) (consultée le 22 décembre 2015) / AMMAR-ISRAËL Arlène et FELLOUS Jean-Louis, *L'exploration spatiale - au carrefour entre la science et la politique*, CNRS éd. 2011, p. 221.

- La France et les USA collaborent dans le cadre de la problématique de la surveillance des déchets spatiaux afin de limiter le risque de collision avec des vaisseaux (les déchets d'une taille comprise entre 1 et 10 cm sont les plus dangereux car non évitables, il y en a 300 000 en orbite autour de la Terre).

La coopération internationale a aussi connu des échecs. Pensons au projet « Hermès » (coopération franco-allemande) qui visait à créer une navette, cela prit 8 ans, coûta 1 milliards d'euros d'études diverses pour n'aboutir à rien<sup>212</sup>.

Il existe par contre des secteurs où l'indépendance voire un certain degré de compétition demeure (voir dans l'exemple suivant le bloc Europe-Russie « contre » les USA). Les européens lancent un télescope spatial en 2006 (*in fine* désactivé en 2014) -en coopération avec la Russie- en vue de découvrir des exoplanètes. Le but de la recherche d'exoplanètes étant de savoir si une planète analogue à la Terre existe ailleurs. Le télescope « Corot<sup>213</sup> » (financé à 75% par la France) fut ainsi lancé depuis Baïkonour au Kazakhstan au moyen d'une fusée *Soyouz*. Mais les américains envoient en 2009 leur propre télescope spatial « Kepler<sup>214</sup> » (*in fine* jugé non réparable en 2013) au moyen d'une fusée américaine *Delta-2*. Kepler détectera 134 exoplanètes (dont Kepler 186-F) confirmées et en découvrira de nombreuses autres, Corot en découvrira 25. Cependant cette compétition afin de savoir qui découvrira en premier la première exo-terre est amicale, en effet certaines équipes scientifiques ont participé aux deux missions (Corot et Kepler, ce dernier était une version plus évoluée et plus sensible de Corot).

---

<sup>212</sup> AMMAR-ISRAËL Arlène et FELLOUS Jean-Louis, *L'exploration spatiale - au carrefour entre la science et la politique*, CNRS éd. 2011, p. 59-62.

<sup>213</sup> « Corot », CNES (Centre National d'Études Spatiales), disponible à l'adresse suivante : <https://corot.cnes.fr/fr/COROT/Fr/index.htm> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>214</sup> Voir CHOU Felicia and JOHNSON Michele, « Nasa's Kepler Marks 1,000th Exoplanet Discovery, Uncovers More Small Worlds in Habitable Zones », Nasa, 6 January 2015, disponible à l'adresse suivante: <http://www.nasa.gov/press/2015/january/nasa-s-kepler-marks-1000th-exoplanet-discovery-uncovers-more-small-worlds-in> (consultée le 22 décembre 2015) / « Kepler », CNES (Centre National d'Études Spatiales), disponible à l'adresse suivante : <https://jeunes.cnes.fr/fr/web/CNES-Jeunes-fr/11247-une-nouvelle-planete-nommee-kepler-186f.php> (consultée le 15 novembre 2014).

## Annexe 14 : Liste de questions lors d'interviews

M. Thierry CHANTRAIN (directeur du Centre spatial de Liège au 3/12/2014)

1. L'université de Liège<sup>215</sup> (Centre spatial de Liège<sup>216</sup>), pour le compte de l'Organisation de la recherche spatiale indienne, a collaboré avec la société belge AMOS<sup>217</sup> (« Advanced Mechanical and Optical Systems ») pour la mise au point des équipements de test de satellites. Cette collaboration du CSL avec l'inde est-elle récente ?, est-elle destinée à s'accroître ? Ce genre de collaboration avec la Chine existe-t-elle ? Dans l'affirmative cela va-t-il se développer ?
2. Selon vous pourquoi les pays émergents sont-ils si intéressés vis-à-vis de la conquête spatiale ? Serait-ce lié au *soft power* ? les pays émergents ayant tout intérêt à réaliser leur désir de « conquête » par la voie pacifique de par leur rayonnement technologique et par le prestige que leur confère l'exploration spatiale ?
3. Que pensez-vous du refus américain lié la volonté chinoise de participer à l'ISS ? Serait-ce lié au refus de transfert de technologies ? Vu les ressources à mettre en œuvre, la coopération internationale n'est-elle pas *in fine* la seule issue possible surtout s'il s'agit d'objectifs communs à l'humanité tels que la survie de l'espèce humaine, la gestion des risques (prévention des catastrophes naturelles terrestres), la quête de nos origines, l'expérimentation scientifique en ce compris les aspects médicaux, ... ?
4. Pensez-vous que les USA pourraient éventuellement se retrouver isolés face à une coalition spatiale Russie-Inde-Chine ? Le spatial n'est-il pas aussi une compétition ? Je pense aux satellites militaires de reconnaissance et aux armes antisatellites.
5. Pensez-vous que les programmes spatiaux chinois et Indiens soient réalistes (en phase avec leurs moyens) ?
6. Que pensez-vous du fait que seulement la France et l'Inde en tant que puissances spatiales ont signé (sans l'avoir ratifié d'ailleurs) le traité sur la Lune de 1979 ? Le traité interdit l'exploitation des ressources lunaires sauf sous un régime juridique international spécialement désigné à cette fin dès que l'état de la technique rendra cette exploitation possible ? (je pense à l'hélium 3) ? Bref l'exploitation spatiale, est-ce bien réaliste ?
7. Pensez-vous que l'Inde et la Chine aient une vision éthique, responsable de leur développement spatial ? Par exemple, se préoccupent-ils sérieusement de la problématique des déchets spatiaux ? L'utilisation d'une arme antisatellite de la Chine sur un de leurs propres satellites en 2007 avait certes pour but de démontrer aux Américains qu'ils avaient mis au point la technologie nécessaire mais cela a créé de nombreux débris qui peuvent en théorie endommager tout engin spatial se situant dans le même champ directionnel.
8. Auriez-vous des sources d'information à me conseiller (livres, articles, personnes à interviewer) ?

<sup>215</sup> « L'espace entre Liège et l'Inde », Université de Liège, disponible à l'adresse suivante :

[http://www.ulg.ac.be/cms/c\\_3795689/fr/l-espace-entre-liege-et-l-inde](http://www.ulg.ac.be/cms/c_3795689/fr/l-espace-entre-liege-et-l-inde) (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>216</sup> « Le Centre Spatial de Liège », CSL, disponible à l'adresse suivante : [http://www.csl.ulg.ac.be/jcms/c\\_5053/en/home](http://www.csl.ulg.ac.be/jcms/c_5053/en/home) (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>217</sup> « AMOS », société dénommée « Advanced Mechanical and Optical Systems » disponible à l'adresse suivante : <http://amos.be/> (consultée le 15 novembre 2014).

M. Nitin DHAWAN (Vice-President Belgian Satellite Services SA and former ISRO employee)

1. Could you shortly describe your activities and responsibilities at ISRO ?
2. According to you what are the goals (root causes) of the Indian space programme by order of priority ? (e.g. prestige (*soft power*), support to economy, scientifical reasons (earth observation for natural catastrophe prevention), commercial reasons (launch of satellites), military reasons (surveillance of frontier with China and Pakistan), ...)
3. Do you think the Indian Space Programme is realist (in line with its allocated budget) and cost efficient (nb: the success of *Mars Orbiter Mission* (MOM) in September 2014 proved its cost efficiency for the Mars exploration part of the Indian space programme, is the same idea in mind of ISRO for MOM-2 in 2018) ?
4. To which international programme could India most efficiently participate (e.g. participation to International Space Station if India invests in it, in order to become a member nation) ?
5. India has signed the Moon Treaty of 1979 (non exploitation of Helium 3 on the Moon by India alone for ethical reasons, however exploitation could only occur based on an international treaty about it) but Indian Parliament has not ratified it. How could we understand this non ratification (e.g. only a few nations have signed and ratified this space treaty, most of nations willing to keep the possibility to exploit Moon resources when technology will allow it despite any ethical reasons) ? Does it make sense, is it justified to exploit Moon resources after Humanity's failure to exploit Earth (energy) resources ?
6. What could be the cooperation possibilities between India and China in terms of space studies ? Would such cooperation be limited due to the international tensions between the two states ? Or on the contrary could we imagine a competition between an axis "India-China-Russia" (China and India are both cooperating with Russia in order to support their respective space programmes for a long time) versus USA ?
7. For which reasons does India not participate to the Asia Pacific Cooperation Organisation (promotion of space activities at regional level) (e.g. clear willingness of China to reinforce its partnership with Pakistan to the detriment of India) ? On the other hand why is India a member of International Space Exploration Coordination Group (promotion of space activities at international level) and China not ?
8. What is approximately the number of employees in space & aeronautics industry in India ? So far I count 259.000 persons based on my own researches , where could I get reliable figures (AWEX could not help me) ?
9. Next steps are *Chandrayaan-2* (2<sup>nd</sup> probe to the Moon with *lander* & *rover* this time) from 2016 and *MOM-2* (2nd probe to the Mars with lander rover this time ) from 2018. Will India have in time an adapted launcher able to support the weight of lander and rover ?

## Annexe 15 : Acteurs spatiaux et aperçu de l'industrie aérospatiale chinoise

1. Les grandes entreprises d'État en charge de la « production spatiale » (création des fusées et des satellites) dépendent directement du Conseil d'Etat. Elles représentent 275 000 employés<sup>218</sup> en 2013 (365 000 si l'on compte l'ensemble des activités militaires -liées aux missiles- du CASIC<sup>219</sup>).
2. L'Académie des Sciences dépend aussi du Conseil d'Etat, elle gère la coopération scientifique internationale, les sciences spatiales et l'espace habité. Cependant en pratique c'est le département des armements généraux<sup>220</sup> (GAD) de l'Armée (APL) qui gère le vol habité<sup>221</sup>. L'académie des sciences publie un document intitulé « Science and technology in China : a roadmap to 2050 », mais il n'engage en aucune façon le Conseil d'État dont l'Académie dépend.
3. L'Armée quant à elle gère les bases et le contrôle des moyens de lancement. L'APL dépend de la Commission militaire centrale laquelle dépend tant du Conseil d'Etat que du PCC.
4. L'agence spatiale chinoise (CNSA) dépend aussi du Conseil d'Etat. La CNSA signe les accords gouvernementaux dans le domaine spatial au nom des organisations chinoises officiellement en charge, gère en pratique les échanges scientifiques et techniques inter-gouvernementaux, et est en charge du respect des politiques spatiales nationales<sup>222</sup>. Elle représente l'organisation gouvernementale officielle en charge de la gestion des activités spatiales à des fins civiles<sup>223</sup>.
5. La CNSA dépend de l'administration d'État de la science, de la technologie et de l'industrie pour la défense nationale (SASTIND) laquelle dépend du Ministère de l'industrie et de l'information/l'informatique<sup>224</sup>. Le SASTIND (remplaçant depuis 2008 l'ancien COSTIND<sup>225</sup>) coordonne les activités spatiales en définissant -en commun avec la GAD- quelles entreprises interviennent dans le domaine spatial (non seulement en termes de recherche & développement mais surtout en termes de production). Il est aussi en charge de la réglementation des activités spatiales et du monitoring de son implémentation (ainsi il est en charge du respect des traités spatiaux internationaux en informant les autres nations des lancements spatiaux).
6. Le Conseil d'État gère officiellement les lignes directrices du programme spatial chinois<sup>226</sup>. Officieusement un groupe de travail consensuel de haut niveau (LSG) définit d'abord ces lignes directrices<sup>227</sup>, lesquelles sont ensuite seulement transmises au Conseil d'État. Le Conseil d'État est en charge de la rédaction :
  - du « Plan à long terme 2006-2020 du développement des sciences et des technologies » ;

<sup>218</sup> 60 000 de l'Académie des Sciences + 170 000 du CASC + 44 550 du CASIC (135 000 x 33 %) selon le tableau en page 110. Voir « China Aerospace Science & Technology Corporation », CASC, disponible à l'adresse suivante :

<http://english.spacechina.com/n16421/index.html> (consultée le 17 juillet 2015).

<sup>219</sup> « China Aerospace Science & Industry Corporation », CASIC, disponible à l'adresse suivante: <http://english.casic.cn/> (consultée le 17 juillet 2015).

<sup>220</sup> GAD: General Armaments Department = GED : Département de l'équipement général.

<sup>221</sup> Ce qui a fait craindre à certains analystes occidentaux que le programme spatial chinois était sous le contrôle total de l'armée. C'est le fameux mythe du programme spatial chinois militaire par nature.

<sup>222</sup> « China National Space Administration (organisation chart) », CNSA, site disponible à l'adresse suivante: <http://www.cnsa.gov.cn/n360696/n361213/n361348/532714.html> (consultée le 17 juillet 2015).

<sup>223</sup> *Ibid.*

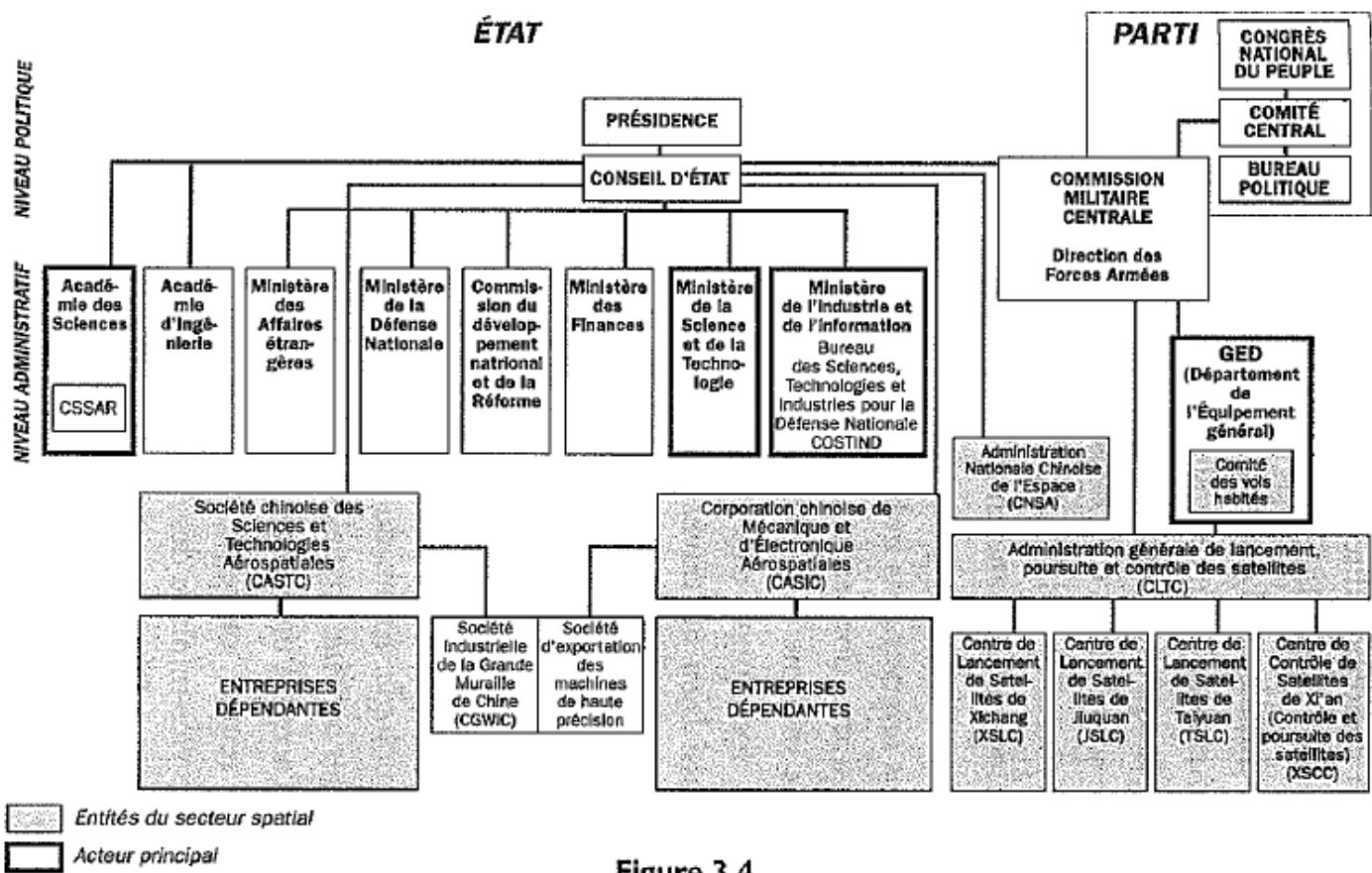
<sup>224</sup> MIIT: Ministry of Industry and Information technology.

<sup>225</sup> « Commission for Science, Technology and Industry for National Defense », COSTIND, disponible à l'adresse suivante: [http://www.gov.cn/english/2005-10/01/content\\_212487.htm](http://www.gov.cn/english/2005-10/01/content_212487.htm) (consultée le 21 septembre 2015).

<sup>226</sup> Les lignes directrices dérivent des objectifs (surtout économiques) du plan à cinq ans, elles sont ensuite officiellement déclinées dans le « livre blanc » sous la responsabilité exclusive du Conseil d'État.

<sup>227</sup> Il s'agit du *Leading Small Group* (LSG) ou en chinois *Lingdao Xiaozu*. En fait c'est sur ordre du LSG qu'un représentant de l'APL supervise le vol habité. Voir : ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG editions, July 2015, p. 8-10.

- du « Plan socio-économique à 5 ans 2011-2015 », il se présente sous la forme du « White paper » gouvernemental intitulé « China's Space Activities in 2011 », ce document définit les intentions nationales de la Chine en matière spatiale<sup>228</sup>.



**Figure 3.4**  
Acteurs du spatial dans l'organisation politico-administrative

BOREL Denis et SOURBÈS-VERGER Isabelle, *Un empire très céleste: La Chine à la conquête de l'espace*, éd. Dunod, 2008, p. 121.

<sup>228</sup> Les intentions sont les suivantes: autonomie technique, utilisation pacifique de l'espace (refus d'arsenalisation), développement de la science spatiale, coopération spatiale sur une base égalitaire. Voir « White paper on China's Space Activities in 2011 », Institut espagnol des études stratégiques (ministère de la défense), décembre 2011, disponible à l'adresse suivante :

[http://www.ieee.es/Galerias/fichero/OtrasPublicaciones/Internacional/White\\_Paper\\_China's\\_Space\\_Activities\\_in\\_China\\_gov.pdf](http://www.ieee.es/Galerias/fichero/OtrasPublicaciones/Internacional/White_Paper_China's_Space_Activities_in_China_gov.pdf) (consultée le 29 septembre 2015).

Organisme en charge	Nombre de personnes	Sociétés sous contrôle
<b>Conseil d'Etat</b>		
<b>Groupe CASC – China Aerospace Science &amp; Technology Corporation</b> <b>(Développement des satellites et lanceurs)</b>	<b>170 000<sup>229</sup></b> en 2013 (130 entreprises)	<p>De par son degré de complexité le CASC est la <i>véritable agence spatiale chinoise</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>China Academy of Launch Vehicle Technology</i> (développement de lanceurs) - 13 instituts et 6 usines employant 27 000 personnes</li> <li>• <i>China Academy of Rocket Motor Technology</i> (développement des technologies de propulsion y compris les missiles) – 6 instituts et 5 usines employant 9 700 personnes</li> <li>• <i>China Academy of Space Technology</i> (conception des satellites sauf les satellites météo) – 10 instituts et 2 usines employant 10 000 personnes.</li> <li>• <i>China Aerospace Propellant Technology Academy</i> (Recherche &amp; Développement des moteurs à ergols liquides et système de guidage des lanceurs) - 11 établissements employant 8 000 personnes.</li> <li>• <i>Shangaï Academy of Spaceflight Technology</i> (développement des lanceurs « Longue Marche » et des satellites météo) – 40 instituts et 11 usines employant 20 000 personnes.</li> <li>• <i>Sichuan Space Industry Corporation</i> (Développement de systèmes associés aux missiles et lanceurs ainsi que les stations de réception au sol – 30 établissements employant 6 000 personnes)</li> </ul>
<b>Groupe CASIC - China Aerospace Science &amp; Industry Corporation<sup>230</sup></b> <b>(Développement de missiles, de satellites et de systèmes spatiaux)</b>	135 000 en 2013 (seuls 33% sont liés aux technologies spatiales → soit <b>44 550</b> )  (135 000 pour min 140 entreprises)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Chang Feng Science &amp; Technology Corporation</i> (conception de missiles) – 30 instituts employant 16 000 personnes.</li> <li>• <i>China Hai Ving Electro-Mechanical Technology Academy</i> (conception de missiles de croisière) – 10 instituts et 2 usines employant 15 000 personnes.</li> <li>• <i>China Jianguan Space Industry Company Group</i> – 35 établissements employant 35 000 personnes mais seuls 6 400 employés s'occupent de la production de missiles surface-air ou de stations de réception de satellites.</li> <li>• <i>Sanjiang Space Group</i> (technologies furtives et systèmes spatiaux) – 16 000 employés.</li> </ul>
<b>Entreprises privées (créées avec des partenaires étrangers dans le cadre de la coopération internationale)</b>		<p>Elles représentent une part minime de l'emploi.</p> <p>Deux objectifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exportation</li> <li>• Bénéficier de transferts de technologie.</li> </ul> <p>Quelques exemples :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>China Great Wall Industrial Corporation</i> (<u>seule</u> société autorisée à commercialiser pour</li> </ul>

<sup>229</sup> 170 000 employés en 2013. Voir « China Aerospace Science & Technology Corporation », CASC, disponible à l'adresse suivante: <http://english.spacechina.com/n16421/index.html> (consultée le 17 juillet 2015).

<sup>230</sup> « China Aerospace Science & Industry Corporation », CASIC, disponible à l'adresse suivante: <http://english.casic.cn/> (consultée le 17 juillet 2015).

		<p>l'étranger les lancements de satellites via les lanceurs « Longue Marche »). La CGWIC dépend de la CASC.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Dong Fang Hong</i><sup>231</sup> (DFH en charge de la production de mini satellites)</li> <li>• <i>Eurraspace GMBH</i> (une filiale de l'Allemand DASA et de la CASC chinoise pour le développement d'une plateforme de mini satellites télécoms DFH-3)</li> </ul>
<b><u>Académie des Sciences</u></b> <b>(le CAS dépend du Conseil d'Etat)</b>	<b>+ 60 000 en 2013</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 104 Instituts de recherche</li> <li>• 5 Universités</li> <li>• 22 Sociétés holding (ex : Lenovo)</li> <li>• Observatoires</li> </ul>
<b><u>Armé Populaire de Libération (APL)</u></b>		
<b><u>CNSA - China National Space Administration</u></b> <b>(sous le contrôle depuis 2008 du SASTIND : State Administration for Science, Technology and Industry for National Defence<sup>232</sup>)</b>	<b>+ 100 en 1993</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CNSA : fonction de représentation</li> <li>• SASTIND : fonction de gestion et de coordination (définition de la réglementation spatiale et supervision de son implémentation en ce compris les traités spatiaux internationaux)</li> </ul>

D'après les sources suivantes :

- (1) BOREL Denis et SOURBÈS-VERGER Isabelle, *Un empire très céleste : La Chine à la conquête de l'espace*, éd. Dunod, 2008, p. 117-130.
- (2) ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG editions, July 2015, p. 8-23.

<sup>231</sup> *Dong Fang Hong* signifie « l'Orient est rouge ».

<sup>232</sup> « State Administration for Science, Technology and Industry for National Defence (SASTIND) », NTI, 10 août 2012, disponible à l'adresse suivante: <http://www.nti.org/facilities/884/> (consultée le 21 septembre 2015).

Volume de l'industrie aéronautique et spatiale : comparaison Inde - Chine  
 (selon les annexes 1, 9 et 15)

	Inde	Chine
<b>Secteur aéronautique et spatial<sup>233</sup></b>	259 000 employés (2013)	275 000 employés (2013)
<b>Agences spatiale nationale (ISRO vs CNSA/CASC)</b>	18 561 employés (2013)	100 employés CNSA (1993) 170 000 employés CASC (2013)
<b>Budget spatial</b>	1,098 milliard \$ (2013)	1,3 à 3,5 milliards \$ (2013) <sup>234</sup>

---

<sup>233</sup> En ce compris les agences spatiales nationales respectives. Le nombre d'employé pour l'Inde (259.000) comporte le secteur aérospatial militaire (ex : production de missiles), si l'on fait de même pour la Chine alors le chiffre à utiliser pour la Chine est de 365 000 personnes (au lieu de compter 44 500 personnes pour le CASIC on en compte alors 135 000 + CAS 60 000 + CASC 170 000).

<sup>234</sup> **2,2 Milliards USD** : estimations de Joan Johnson-Freese, de l'Académie navale de guerre des États-Unis. Voir : ACUTHAN Jayan Panthamakkada, « Le programme spatial chinois : compétition ou collaboration ? » dans Perspectives chinoises (n° 92), décembre 2005, disponible à l'adresse suivante : <http://perspectiveschinoises.revues.org/931> (consultée le 15 avril 2014). Egalement **2,2 milliards USD** par an (voire 4 milliards selon certains experts). Voir DE NEVE Alain (chercheur au centre d'études de sécurité et défense), « Les programmes spatiaux russes et chinois : ambitions politiques, contraintes institutionnelles et dimension technologique », Institut Royal Supérieur de Défense, Sécurité et Stratégie n° 117, avril 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.irsd.be/website/images/livres/etudes/vs117.pdf> (consultée le 7 mai 2015). Le rapport de l'ESPI estime le budget chinois à **3,5 Milliards USD**. Voir AL-EKABI Cenan, « Space Policies, Issues and Trends in 2012-2014 », ESPI (European Space Policy Institute) Report 49, November 2014, disponible à l'adresse suivante: [http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI\\_Report\\_49.pdf](http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI_Report_49.pdf) (consultée le 12 août 2015).

## Annexe 16 : Aperçu du programme spatial indien

D'après « Le programme spatial indien : compétition ou collaboration ? », dans le cadre du cours intitulé « L'Inde : stratégie d'une nouvelle puissance dans l'ordre international » de M. O. DUPONT,  
Robert MARY, Novembre 2014.



### Les lanceurs

- SLV3 - *Satellite Launch Vehicle* (1979-1983)
- ASLV - *Advanced/Augmented Satellite Launch Vehicle* (1987-1994)
- PSLV - *Polar Satellite Launch Vehicle* (1993-)
- GSLV - *Geosynchronous Satellite Launch Vehicle* (2001-)

### Les satellites

- *Aryabhata* - 1er satellite indien (1975) (lancement par la Russie)
- *Bhaskara 1* - Observation de la Terre (1979)
- *Bhaskara 2* - Observation de la Terre (1981)
- *APPLE* - 1er satellite de télécommunications indien (1981)
- *INSAT-1* - Télécoms (1983)
- *IRS* - *Indian Remote Sensing satellite* (télédétection) (1988) (lancement par la Russie)
- *SROSS* - *Stretched Rohini Satellite Series* (satellite scientifique) (1994)
- *IRNSS* - *Indian Regional Navigational Satellite System (GPS)* (2013) (l'Asie du Sud devant être totalement couverte par un système de positionnement en 2015)
- *RISAT-2* - Observation militaire (2009) (satellite acquis auprès d'Israël)
- *GSAT-7* - Observation militaire (2013) (lancement par la France)
- *Astrosat* - 1er observatoire astronomique indien (Projet 2015)

### Les voyages habités

- *Saliout 7* (coopération avec la Russie) - 1er astronaute indien : Rakesh SHARMA (1984)
- Vol spatial habité non prioritaire
- Pas de projet de station spatiale propre ou de projet d'intégration à l'ISS

### Missions vers la Lune

- *Chandrayaan-1* (2008) (contact perdu en 2009)
- *Chandrayaan-2* (dès 2016)

### Missions vers Mars

- *MOM-1 (Mars Orbiter Mission), Mangalyaan-1* (2014)
- *MOM-2 (Mars Orbiter Mission), Mangalyaan-2* (dès 2018)

## Annexe 17 : Géopolitique de l'espace extra-atmosphérique

La base de l'étude de cet aspect repose principalement sur des sources militaires<sup>235</sup>.

Citons M. Alain DE NEVE, chercheur à l'Institut royal supérieur de défense belge<sup>236</sup> : « L'espace est d'abord une politique, un lieu où les luttes géopolitiques viennent se dissimuler sous le couvert de distributions de parts de marchés et des enjeux de développement scientifique ».

Une montée en puissance rapide des moyens spatiaux est peu envisageable à l'inverse de ce qui peut être fait dans les secteurs aériens, maritimes et terrestres, c'est pourquoi une vision politique à long terme est nécessaire dans le secteur spatial.

Les moyens spatiaux incarnent la matrice informationnelle structurante des systèmes militaires. Ils répondent aux besoins suivants : alerte rapide, prévention des crises et des catastrophes naturelles, radionavigation des systèmes d'armes par satellite, communication, renseignement, ...

L'exploitation militaire de l'espace ne s'entend plus seulement selon une logique réactive (développement de systèmes d'alerte rapide) mais aussi selon une vision proactive et active (anticipation de crises via l'utilisation de systèmes spatiaux au service de systèmes d'armes).

Les systèmes spatiaux aident à la détection des menaces<sup>237</sup> et permettent d'anticiper et de gérer les crises<sup>238</sup> par exemple en évitant les erreurs politiques liées à l'emploi des forces armées ou en utilisant celles-ci à bon escient grâce au caractère correct des informations obtenues.

Les systèmes spatiaux permettent donc une autonomie dans la prise de décision politique<sup>239</sup>.

---

<sup>235</sup> Voir LEFEBRE Jean-Luc, *Stratégie spatiale. Penser la guerre des étoiles*, une vision française, éd. Esprit du livre, 30 juin 2011, 404 p. / GROUARD Serge, *La guerre en orbite*, Paris, Editions Economica, 1<sup>er</sup> janvier 1994, 384 p.

<sup>236</sup> DE NEVE Alain\_ « L'espace et les politiques de sécurité et de défense : perspectives d'une approche duale pour la Belgique », Institut Royal Supérieur de Défense, Sécurité et Stratégie n° 87, 2004, disponible à l'adresse suivante : [http://www.irsd.be/website/images/livres/etudes/VS\\_087.pdf](http://www.irsd.be/website/images/livres/etudes/VS_087.pdf) (consultée le 10 août 2015). Toujours selon ce même auteur : « l'Europe encore pétrie de l'idée que l'économie constitue le meilleur facteur d'intégration persiste à croire que l'espace constitue un marché régi par la loi de l'offre et de la demande, le nombre de lancements non commerciaux à travers le monde suffit amplement à démentir cette hypothèse ».

<sup>237</sup> Cela va de la simple observation des mouvements de forces armées à la détection de lancement de missiles nucléaires dans le pire des cas. La « simple » observation géographique permet déjà la planification opérationnelle (préparation à l'envoi de troupes sur un théâtre d'opération) c.-à-d. la gestion de crises militaires. Cette observation permet aussi la détection d'agents chimiques ou biologiques. Les possibilités d'emploi du secteur spatial sont grandes.

<sup>238</sup> Cela couvre la prévention des crises de nature tant militaire que civile (ex : prévention des catastrophes naturelles).

<sup>239</sup> Ainsi l'Europe n'a pas pu valider ou invalider les informations fournies par les satellites américains (concernant la soit-disant présence d'armes de destruction massive en Irak). Doit-on croire « sur parole » un allié ou contrôler la véracité des informations qu'il présente afin d'évaluer l'opportunité d'agir ?

## Annexe 18 : Tableaux comparatifs Inde - Chine

Libellé	Inde	Chine
Lanceurs	"Polar Satellite Launch Vehicle" depuis 1993	"Longue Marche 5" (2014)
Satellites civils (télécoms, observation terrestre, ...)	"Stretched Rohini Satellite Series" depuis 1994	"AsiaSat-1" (1990)
Commercialisation des lancements de satellites	Oui (Corée, Allemagne)	Oui (Nigeria, Venezuela)
Satellites militaires	"GSAT-7" (2013) Pas d'armes ASAT connues	"Yaogan" (2007) Armes ASAT (2007)
Voyages habités	Non autonome (coopération avec la Russie, un astronaute indien à bord de Saliout 7 en 1984)	"Shenzu 7" (2008)
Une femme dans l'espace ?	Non	"Shenzu 9" (2012)
Station spatiale nationale	Non	"Tiangong 3" (2018 à 2022)
Coopération station spatiale internationale	Non	Non
Missions lunaires	Sonde "Chandrayaan-1" (2008) et accord avec la Russie (2007-2017)	Chang'e 3 (2013) et Taïkonaute (2025)
Missions martiennes	Sonde "MOM" (2014)	Echec "Yingshuo-1" (2012) Expérience médicale "Mars 500" (2009-2011)
Gestion des déchets spatiaux	Pas de gestion spécifique	Pas de gestion spécifique
Accords de 1979 (activités sur la Lune)	Signé (18/01/1982) mais non ratifié	Non signé
Coopération bilatérale	Oui ( <u>France</u> : lanceurs, <u>Europe</u> : expériences scientifiques, <u>Russie</u> : voyages habités et exploration scientifique lunaire)	Oui ( <u>Europe</u> : suivi des sondes lunaires, <u>Russie</u> : exploration scientifique martienne)
Projets	Sonde "Chandrayaan-2" vers la Lune (2016) Sonde "MOM-2" vers Mars (2018)	Sonde "Chang'e 4" (2017) vers la Lune Sonde vers Mars (2018) Station spatiale propre (2022) Mission lunaire habitée (2025)

Ressemblances	Différences
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exploration robotique de la Lune et de Mars</li> <li>• Espace “utile” (besoins internes)</li> </ul>	<p>Chine:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programme plus ambitieux (voyages habités, station spatiale, base lunaire)</li> <li>• Espace “de prestige”</li> <li>• Avance militaire (ASAT)</li> </ul> <p>Inde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avance technique (satellites d’observation de la Terre, télécoms et navigation)</li> <li>• Programme international par nature</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objectifs similaires (soft power, soutien à l’économie, autonomie technique, raisons scientifiques et militaires)</li> <li>• Compétition commerciale et militaire</li> <li>• Coopération internationale à des fins politiques (1er partenaire: la Russie), budgétaires et techniques (espace civil)</li> </ul>	<p>Chine:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Priorités différentes</li> <li>• Objectifs spécifiques: renforcement du régime + stabilité sociale + revanche historique</li> </ul> <p>Inde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Budget indien &lt; budget chinois</li> <li>• Programme plus réaliste</li> <li>• Transferts technologiques US</li> </ul>

## Annexe 19 : Un programme spatial, pourquoi ?

	Chine	Inde
1	Soft Power → consolidation du PCC + “revanche historique”	Soft Power
2	Soutien à l'économie (et à l'emploi) → “Dvl harmonieux” promouvant la stabilité sociale	Soutien à l'économie → via import de technologies à but commercial
3	Autonomie technique (car isolement relatif) → programme spatial complet	Autonomie technique → Espace “utile” via coopération intl
4	Raisons militaires → supériorité régionale temporaire (ex: ASAT pour Taïwan)	Raisons scientifiques → observation de la Terre
5	Raisons scientifiques	Raisons militaires

## Annexe 20 : Aperçu du programme spatial japonais

D'après AMMAR-ISRAËL Arlène et FELLOUS Jean-Louis, *L'exploration spatiale - au carrefour entre la science et la politique*, CNRS éditions 2011, 329 p.

*La vision 2025 de la JAXA et de faire du Japon la 1<sup>ère</sup> nation scientifique mondiale grâce à l'observation de l'espace et l'exploration des astéroïdes ainsi qu'à l'établissement de technologies destinées à l'utilisation de la Lune.*



### Les années 70-90

- Dès 1975 : envoi de satellites de télécoms et d'observation de la Terre (missions *Midori*)
- 1986 : envoi de sondes (*Sakigake* et *Suisei*) vers la Comète de Halley
- 1990 : envoi d'un satellite autour de la Lune (mission *Hiten-Muses-A*)

L'échec de la sonde martienne *Nozomi* et les échecs répétés dans le tir de lanceurs de type « H-II » donnent lieu à la réorganisation de 2003 (création de la JAXA).

### De 2003 à nos jours et au-delà

- Création de la JAXA en 2003 fusionnant le NAL (*National Aerospace Laboratory* créé en 1955), l'ISAS (*Institute of Space and Astronautical Science* créé en 1964) et la NASDA (*National Space Development Agency* créée en 1969)
- 2003 : envoi de la sonde *Hayabusa-1* vers l'astéroïde *Itokawa*<sup>240</sup> (sonde rentrée sur terre en 2010 avec des poussières d'astéroïdes). Une mission *Hayabusa-2* est aussi envisagée en 2014 vers l'astéroïde « 1993 JU3 » en 2014.
- 2005 : Mission astronomique en rayons X « Astro-E »
- 2006 : Mission solaire « Solar-B » et mission astronomique infrarouge « Astro-F »
- 2007 : Mission Lunaire *Selene*<sup>241</sup>. Une mission *Selene 2* est aussi envisagée en 2015.
- 2008 : Publication de la loi fondamentale japonaise de l'espace
- 2008-2009 : Assemblage du module scientifique « JEM » (aussi dénommé *Kibo*) pour l'ISS
- 2009 : Adoption d'un plan spatial à 5 ans afin de répondre aux besoins de la société japonaise, de développer la commercialisation et la sécurité nationale.
- 2009 : Création du Conseil sur l'exploration de la Lune dépendant du ministère de l'espace.
- 2009-2015 : Envoi du véhicule de transfert « HTV » destiné à approvisionner l'ISS
- 2010 : Mission Vénusienne *Ikatsuki* (mais échec lors de la mise en orbite)

<sup>240</sup> Via propulsion électrique.

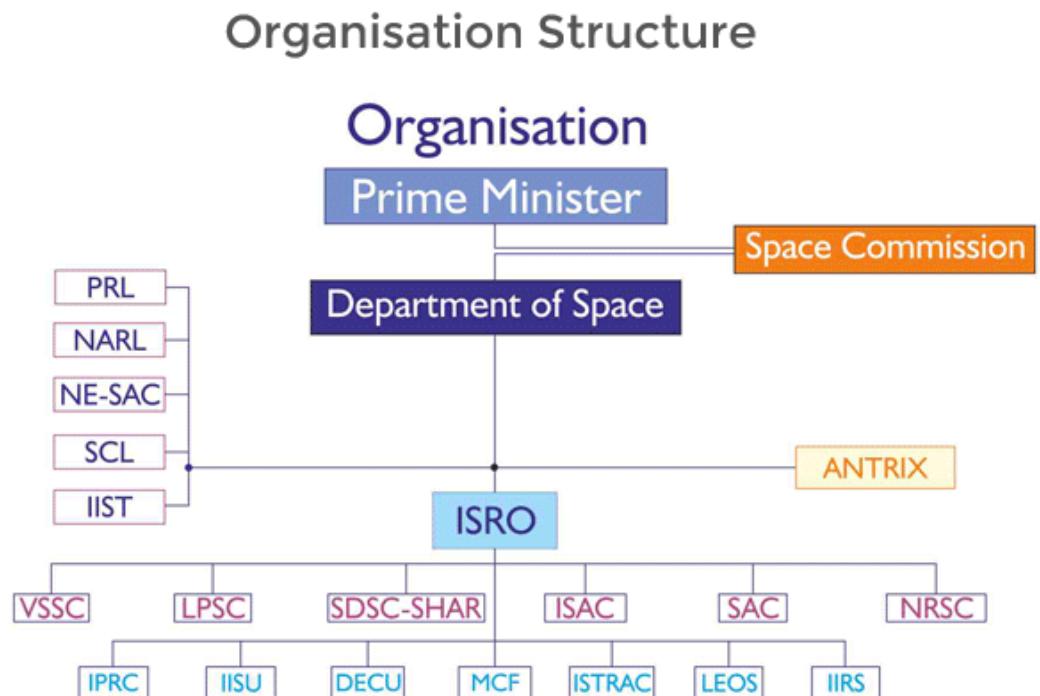
<sup>241</sup> « Kaguya (Selene) - Kaguya Lunar Impact », JAXA, 10 juin 2009, disponible à l'adresse suivante : [http://www.kaguya.jaxa.jp/en/communication/KAGUYA\\_Lunar\\_Impact\\_e.htm](http://www.kaguya.jaxa.jp/en/communication/KAGUYA_Lunar_Impact_e.htm) (consultée le 15 novembre 2014). « Selene » est l'acronyme de « SELenological and ENgineering Explorer ».

- Mai 2010 : Mission d'exploration Vénusienne *Ikaros* utilisant la technologie du « voile solaire »<sup>242</sup>
- 2012 : Mission de radioastronomie « Radio-G »
- 2014 : Mission vers Mercure *Bepi-Colombo* de l'Esa en coopération avec la JAXA (arrivée de la sonde prévue en 2020).
- 2015 : Mission astronomique liée aux rayons X « Astro-H »
- 2015 : Mission lunaire expérimentale *Slim*
- 2015-2020 : Poursuite du projet d'autonomie spatiale dans le cadre des vols habités (modification d'un HTV afin de créer une capsule récupérable)
- 2017 : Mission astronomique infrarouge *Spica*
- 2020 : Mission lunaire robotisée dans le but de ramener des échantillons.
- > 2020 : Mission lunaire robotisée et humaine dans le but de ramener des échantillons.
- 2030 : Etablissement d'une base lunaire internationale dans le cadre d'une coopération internationale mais avec présence humaine japonaise.

---

<sup>242</sup> C'est le principe de la propulsion photonique (technologie au stade expérimental): on utilise la pression de la radiation solaire comme énergie motrice. Cette technologie implique l'utilisation de grandes surfaces et une charge utile ultra légère (200 Kg). Les autres moyens de propulsion principaux sont les suivants: chimique, électrique, nucléaire-électrique (rejeté pour des raisons écologiques) et l'utilisation gravitationnelle des planètes. Voir pour plus de détails le site de vulgarisation « Spaceconquest ». Voir DE AMORIN Jimmy, BLERON Alexandre et FOURET Julien, « Les moyens de propulsion dans l'espace », 2007, disponible à l'adresse suivante : <http://spaceconquest.pagesperso-orange.fr/Propulsion.htm> (consultée le 15 novembre 2014) / AMMAR-ISRAËL Arlène et FELLOUS Jean-Louis, *L'exploration spatiale - au carrefour entre la science et la politique*, CNRS éd. 2011, p. 98.

## Annexe 21 : Organigramme de l'ISRO



**PRL:** Physical Research Laboratory **NARL:** National Atmospheric Research Laboratory **NE-SAC:** North Eastern Space Applications Centre **SCL:** Semi-Conductor Laboratory **IIST:** Indian Institute of Space Science and Technology **ISRO:** Indian Space Research Organisation **Antrix:** Antrix Corporation Limited **VSSC:** Vikram Sarabhai Space Centre **LPSC:** Liquid Propulsion Systems Centre **SDSC:** Satish Dhawan Space Centre **ISAC:** ISRO Satellite Centre **SAC:** Space Applications Centre **NRSC:** National Remote Sensing Centre **IPRC:** ISRO Propulsion Complex **IISU:** ISRO Inertial Systems Unit **DECU:** Development and Educational Communication Unit **MCF:** Master Control Facility **ISTRAC:** ISRO Telemetry, Tracking and Command Network **LEOS:** Laboratory for Electro-optic Systems **IIRS:** Indian Institute of Remote Sensing

ISRO, « Organisation structure », disponible à l'adresse suivante : <http://www.isro.org/about-isro/organisation-structure>  
(consultée le 28 décembre 2015)

## Annexe 22 : Apports généraux de la conquête spatiale

### Apports scientifiques et politiques de la conquête spatiale

Le moteur de la conquête spatiale, en dernière instance, c'est la science !

Jacques-Louis Lion (président du CNES<sup>243</sup> de 1984 à 1992)

#### *L'espace : une approche scientifique multidisciplinaire*

Les recherches actuelles ont pour but d'approfondir les connaissances de l'origine et de l'évolution du système solaire<sup>244</sup>, des objets qui le constituent (planètes<sup>245</sup> et leurs anneaux éventuels, planètes naines, comètes, astéroïdes<sup>246</sup>, ...) et de l'émergence de la vie sur terre (ou ailleurs). Les recherches couvrent également les sciences médicales<sup>247</sup> ainsi que l'océanographie spatiale<sup>248</sup>. La justification de l'étude des matières extra-terrestres (issues des météorites, roches lunaires, matière cométaire, poussières d'astéroïdes) consiste à rechercher l'origine du système solaire.

L'étude des exoplanètes<sup>249</sup> permet savoir si nous sommes seuls dans l'univers

Si pour les sciences de l'Univers et de la Terre l'accès à l'espace a représenté une révolution, son impact doit encore être relativisé pour les sciences de la matière comme pour celles du vivant<sup>250</sup>.

La prévention des catastrophes présente évidemment un intérêt scientifique certain (par exemple l'étude des perturbations du climat de la Terre mais aussi en matière de prévention des risques de collision de comètes et d'astéroïdes avec la Terre<sup>251</sup>).

<sup>243</sup> Le général de Gaulle crée le CNES (Centre national d'études spatiales) en 1961 et fait de la France en 1961 la troisième puissance spatiale. Elle mènera à la création de l'Agence spatiale européenne (European Space Agency- Esa) en 1975.

<sup>244</sup> Les météorites de grande taille proviennent de la collision d'astéroïdes tandis que ceux de petite taille proviennent de grains de noyaux cométaires. Une averse de météorites donne lieu au phénomène d'étoiles filantes lorsque la Terre traverse des essaims de micro-météorites provenant de particules libérées par les comètes (ces météorites se consument alors dans la haute atmosphère). Une comète peut devenir un astéroïde lorsqu'elle épouse ses réserves de glace. Une comète (du grec *chevelure*) est un noyau de glace et de poussières qui se réchauffe à proximité du soleil, elle développe une chevelure gazeuse. Lorsque des débris de comètes se volatilisent dans l'atmosphère ils produisent parfois une averse de météores (étoiles filantes).

Les comètes proviennent du « nuage d'Oort » aux confins du système solaire, on en a dénombré près de 3 000 à ce jour. Un astéroïde (du grec « semblable à une étoile ») est un corps rocheux en orbite autour du soleil. Les astéroïdes sont des objets primitifs du système solaire, ils sont carbonés, pierreux ou métalliques.

<sup>245</sup> Une planète est un astre errant. Il existe trois types de planètes : telluriques (Mercure, Vénus, la Terre et Mars), géantes-gazeuses (Jupiter et Saturne) et glacées (Uranus et Neptune).

<sup>246</sup> La sonde américaine *Stardust* lancée en 1999 a pu récolter en 2004 des échantillons extraterrestres sur la comète *Wild-2*. En 2005 le véhicule japonais *Hayabusa-1* a croisé l'astéroïde *Itokawa* et a ramené en 2010 des poussières d'astéroïdes. La mission japonaise a failli échouer à la suite de choix technologiques risqués (ex : moteur ionique de la sonde). Les échantillons prélevés par les Américains et Japonais sont toujours à l'étude.

<sup>247</sup> Furent étudiés : l'influence de la gravité sur les êtres vivants puis de manière prépondérante le comportement humain sur de longues durées en prévision de missions futures d'exploration.

<sup>248</sup> Cela permet de déterminer le niveau des océans et donc leur rôle dans le cycle du carbone dans l'évolution du climat.

<sup>249</sup> Les exoplanètes ou planètes extra-solaires sont des planètes en orbite autour d'autres étoiles que le soleil, elles sont extérieures au système solaire. Les premières planètes extra-solaires furent détectées en 1992 mais véritablement découvertes en 1995. On en comptait 684 en 2011. The exoplanet TEAM, « Liste des exoplanètes », The Extrasolar Planets Encyclopaedia, 9 décembre 2015, disponible à l'adresse suivante: <http://exoplanet.eu> (consultée le 9 décembre 2015).

<sup>250</sup> En effet font à ce jour cruellement défaut pour l'étude du climat des mesures concernant le bilan radiatif de la Terre, les aérosols atmosphériques ainsi que la concentration d'ozone atmosphérique. Voir AMMAR-ISRAËL Arlène et FELLOUS Jean-Louis, *L'exploration spatiale - au carrefour entre la science et la politique*, CNRS éd. 2011, p. 115-125. De plus les expériences en matière de micro-gravité et les recherches astronomiques au sein de l'ISS n'ont pas toujours eu le résultat escompté. Voir cours ULg « exploration spatiale » de G. RAUW dans le cadre du Master en sciences spatiales.

<sup>251</sup> Pensons à la catastrophe de Toungouska en 1908 ou bien encore à la disparition des dinosaures.... D'ailleurs les Japonais étudient notamment les astéroïdes car ils craignent d'être victime d'une collision.

Seul l'espace permet certaines activités scientifiques<sup>252</sup> : la couverture de l'ensemble du champ électromagnétiques (ondes UV, radio, ...), l'observation en orbite autour d'une planète, l'observation in situ sur une planète via un rover, le rendez-vous avec une comète, l'imagerie et la cartographie spatiale de bonne qualité (l'atmosphère terrestre génère en effet des turbulences). L'espace facilite enfin l'observation du climat et des polluants sur Terre (ex : CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub><sup>253</sup>).

Cependant l'espoir de découvertes scientifiques n'est pas la raison première motivant les expérimentations dans l'espace. Les raisons sont politiques (en ce compris la sécurité nationale) et commerciales (système GPS, télécommunications et vente d'images liées à l'observation de la Terre).

### **L'espace : une approche multidisciplinaire non exclusivement scientifique**

Jusqu'en 1985 le politique domine<sup>254</sup>, il s'agissait de la compétition entre deux systèmes politiques différents considérant chaque succès ou échec du point de vue de la supériorité de l'un ou l'autre des systèmes. Deux pays occupaient principalement la scène : les États-Unis et l'URSS. Cependant les pouvoirs publics sont volatils et leurs intérêts fluctuent au cours des circonstances tandis que les recherches scientifiques apolitiques par nature survivent en théorie aux aléas du contexte international.

De 1985 au milieu des années 2000, priorité était donnée à la science le plus souvent via la coopération internationale vu le coût et la complexité technique des projets spatiaux. Une seule exception majeure : la volonté politique de créer la station spatiale internationale (au-delà des objectifs techniques affichés).

De nos jours la coopération scientifique (mais aussi politique) internationale est devenue systématique (à l'exception de l'exploration lunaire -car pouvant encore être envisagée à l'échelle nationale- et du transport spatial -pour des raisons stratégiques-). Le pouvoir politique et les industries ne sont plus seules, en effet de nouveaux acteurs sont intervenus (le public<sup>255</sup> finance les missions spatiales, les universités contribuent de plus en plus à concevoir des instruments spatiaux).

L'espace présente aussi un intérêt économique mais ceci est encore hautement spéculatif au niveau des possibilités techniques (sans parler du coût « astronomique » d'exploitation). Certains pensent exploiter de l'hélium<sup>3</sup> sur la Lune (voir à ce sujet l'annexe 22), d'autres pensent pouvoir exploiter les richesses minières des astéroïdes et les richesses en hydrocarbures congelés, en eau et en métaux rares des comètes<sup>256</sup>.

Cependant la science est rarement à l'origine de l'exploration spatiale, l'initiative en revient toujours *in fine* au pouvoir politique qu'il s'agisse d'un régime démocratique ou totalitaire.

---

<sup>252</sup> Cours ULg « Exploration spatiale » de M. G. RAUW dans le cadre du Master en sciences spatiales.

<sup>253</sup> Le dioxyde d'azote est un gaz à effet de serre.

<sup>254</sup> Le politique domine à l'exception des missions américaines *Voyager* vers les planètes géantes et *Viking* vers Mars. Ce sont des missions à vocation exclusivement scientifique. Du côté soviétique, sous Khrouchtchev le programme spatial avait aussi un aspect de propagande marqué. Le bilan fut le suivant : 1<sup>er</sup> satellite, 1<sup>er</sup> être vivant (un chien), 1<sup>er</sup> homme, 1<sup>ère</sup> femme, 1<sup>ère</sup> sortie extra-véhiculaire dans l'espace. Tout cela pour démontrer le bienfondé du communisme. Voir *Von Braun contre Korolev - Duel pour la conquête de l'espace* – Pierre KOHLER et Jean-René GERMAIN, éditions Plon, 1993, p. 221.

<sup>255</sup> Via des sociétés privées à vocation citoyenne telles que « The Planetary Society ». « The Planetary Society, your place in space », The Planetary Society, disponible à l'adresse suivante, <http://planetary.org/> (consultée le 22 décembre 2015).

<sup>256</sup> Exemples de sociétés privées : Deep Space Industries et Planetary Resources. « Deep Space Industries », DSI, disponible à l'adresse suivante : <http://deepspaceindustries.com/> (consultée le 22 décembre 2015). « Asteroid prospecting technology is in space today », Planetary Resources, site disponible à l'adresse suivante: <http://www.planetaryresources.com/> (consultée le 22 décembre 2015).

Ainsi le choix des missions spatiales au sein de l'Esa se fait via un comité de programme scientifique<sup>257</sup> dont chaque État membre a envoyé un représentant politique afin de s'assurer que les capitaux investis soient bien rentabilisés selon les souhaits de chaque gouvernement en place. Les États membres sont libres d'investir dans les domaines de recherche qu'ils veulent privilégier, chacun va donc défendre ses propres intérêts.

Les errements du pouvoir politique sont aussi risqués. Ils sont sources de gaspillages de temps et de ressources, matérielles et humaines. Ainsi les saignées qui ont affecté la Nasa aux États-Unis représentent une perte de compétences scientifiques irréparable ainsi qu'un coût social important. Les réticences à la coopération internationale constituent un frein et une cause de gâchis. Une chose est certaine : c'est bien le pouvoir politique qui conserve le dernier mot et la science ne dispose pas toujours d'un poids suffisant pour garantir la rationalité des choix.

L'intérêt commercial y est présent de par l'envoi de satellites grâce aux moyens propres de propulsion (fusées). La Chine devenant ainsi un sérieux concurrent à Ariane, le manque de commandes pouvant générer une perte d'emploi dans les secteurs spatiaux français et européens.

Des pays comme la Chine ou l'Inde ne se lanceraient jamais dans une telle aventure si un bénéfice politique significatif ne figurait pas à la clé (même si des découvertes scientifiques ne sont pas à exclure).

Le choix américain exclusivement politique (programme *Apollo*) et soviétique (programme *Luna*) d'envoyer en priorité des hommes dans des conditions les plus sûres sur la Lune a empêché le développement de certains domaines de recherches sur la Lune. Ce qui peut expliquer la nécessité scientifique d'y retourner de nos jours<sup>258</sup>.

« Il ne sert à rien à l'homme de gagner la Lune s'il vient à perdre la Terre »

François Mauriac, Bloc-notes

Par ailleurs l'espace constitue également un terrain privilégié permettant un éclairage différent sur des sujets aussi variés que les relations internationales ou le développement durable (en ce compris la gestion des risques climatologiques déjà mentionnés ci-dessus).

La coopération internationale (jamais exempte de compétition ou d'arrière-pensées) représente un passage obligé sur le parcours exploratoire spatial - selon Arlène AMMAR-ISRAËL et Jean-Louis FELLOUS<sup>259</sup> - en raison des investissements nécessaires et en raison de la volonté de rapprochement de pays parfois même antagonistes autour d'objectifs fédérateurs à l'échelle de la planète (au moment où la population terrestre rencontre les limites de son habitat et où il apparaît nécessaire de montrer les effets positifs de la mondialisation). Les accords internationaux liés à l'espace sont formalisés au moyen de traités faisant partie intégrante du droit international public (l'intervention d'acteurs privés au niveau du programme spatial américain -pour des raisons budgétaires- posera des problèmes juridiques<sup>260</sup>). Les accords multilatéraux ou bilatéraux dans le

<sup>257</sup> Le programme scientifique est le seul qui soit obligatoire. Pour tous les autres programmes (lanceurs, ISS,...) les États membres décident de participer ou non. Pour la science, la contribution est obligatoire et proportionnelle au PIB du pays. Chaque pays peut privilégier les programmes de son choix pour les investissements supplémentaires (contributions à la réalisation de certains instruments...).

<sup>258</sup> A quoi servait-t-il de retourner sur la Lune si on y était arrivé les premiers ? Le côté spectaculaire du débarquement lunaire avait prévalu dans l'esprit des politiciens sur l'aspect scientifique. La meilleure preuve en est que personne n'est plus retourné sur la Lune depuis *Apollo* 17 (11 décembre 1972). Cependant la situation a évolué : c'est seulement maintenant que l'on se rend compte du bilan scientifique d'*Apollo* et que l'on envisage de retourner sur l'astre lunaire. Voir PAULIS Emmanuel, *Tania : L'Europe dans l'espace*, éd. Joker, 2013, p. 9.

<sup>259</sup> AMMAR-ISRAËL Arlène et FELLOUS Jean-Louis, *L'exploration spatiale - au carrefour entre la science et la politique*, CNRS éd. 2011, p. 275-277.

<sup>260</sup> Ainsi les règles Onusiennes liées à la non contamination des planètes ne sont pas opposables au secteur privé.

cadre de projets spatiaux (ex : station internationale ISS) sont également dûment formalisés. C'est aussi le droit international public (les cinq traités internationaux sur l'espace) qui définit le comportement éthique escompté (« code de conduite ») des acteurs spatiaux (exemple : mesures d'assistance vis-à-vis des astronautes appartenant à des agences spatiales différentes lors des situations de crise, ...).

Les satellites sont importants pour la sécurité internationale, donc au niveau militaire. Ainsi, en 1972, la signature des accords américano-soviétiques sur la limitation des armements nucléaires (*START I*, ABM) a été rendue possible grâce à l'existence de satellites qui permettaient pour la première fois de vérifier et de contrôler les engagements des partenaires et garantissaient les bases d'une confiance mutuelle. En effet, l'espace de vision du satellite n'est pas contraint par les frontières terrestres, son rayon d'action se situant à l'échelle planétaire. Le statut juridique de l'espace circumterrestre (libre circulation) permet de dépasser en toute légalité la demande d'autorisation de survol, à la différence de l'espace aérien, et un satellite peut survoler et observer tous les pays, ce qui n'a pas été d'ailleurs sans poser quelques difficultés politiques. Ainsi, le rôle des satellites militaires est effectivement extrêmement ambigu puisqu'il peut être à la fois multiplicateur de forces et garant de stabilité internationale (surveillance d'un autre pays dans le cadre du contrôle du respect des accords de désarmement<sup>261</sup>).

L'espace est un outil de souveraineté créant un risque de « spatiodépendance ». En effet il confère une autonomie dans l'appréciation de la menace (donc dans l'évaluation des situations internationales) et de décision politique. À l'exception de certaines capacités non décisives pouvant être obtenues via la coopération technologique, les technologies intéressant le domaine militaire exigent une maîtrise des processus de conception, de développement et de mise en œuvre.

Le secteur spatial militaire est au cœur de nombreux fantasmes tant au sein de l'opinion publique que des élites politiques et militaires car les technologies associées à ce secteur sont assimilées à la panacée en situation de crise ou de conflit. Ce qui n'est pas le cas. Le secteur spatial est surtout un secteur qui, s'il est correctement « manipulé » par le pouvoir politique, sert à galvaniser l'opinion publique et créer voire développer une identité nationale forte.

Le secteur spatial constitue en outre un atout sérieux dans le cadre des négociations internationales. Ainsi lors de négociations sur le climat, un pays ne disposant pas de ses propres clichés satellitaires portant sur le degré de pollution n'est pas capable de discuter d'égal à égal avec un autre État).

Notons enfin que l'espace peut aussi mener à une carrière politique. Pensons à John Glenn<sup>262</sup>, astronaute américain célèbre (premier américain en orbite en 1962 et astronaute le plus âgé, il a 77 ans à bord de la navette *Discovery*), sénateur démocrate de 1974 à 1999 ou à Mme Claudie Haigneré<sup>263</sup>, première femme spationaute française qui fut ministre déléguée à la Recherche et aux Nouvelles technologies entre 2002 et 2004 puis ministre déléguée aux Affaires européennes jusqu'en 2005.

Cela ne vous étonnera guère qu'un homme politique tente de récolter les fruits de son prédécesseur. Ainsi le président chinois Hu JINTAO fit tout en 2005 pour s'attribuer les mérites du programme

<sup>261</sup> SOURBÈS-VERGER Isabelle, « Géopolitique spatiale », éduscol (portail national des professionnels de l'éducation), 15 décembre 2004, site disponible à l'adresse suivante : <http://eduscol.education.fr/cid46160/geopolitique-spatiale.html> (consultée le 22 décembre 2015).

<sup>262</sup> United Senate Historical Office, « John Glenn : A Featured Biography », United States Senate, disponible à l'adresse suivante : [http://www.senate.gov/artandhistory/history/common/generic/Featured\\_Bio\\_Glenn.htm](http://www.senate.gov/artandhistory/history/common/generic/Featured_Bio_Glenn.htm) (consultée le 09 décembre 2015) / YENNE Bill, *Area 51 - Black Jets : A History of the Aircraft Developed at Groom Lake, America's Secret Aviation*, Zenith Press, March 2014, p. 113.

<sup>263</sup> « Claudie Haigneré », Sanofi, disponible à l'adresse suivante : [http://www.sanofi.com/investisseurs/gouvernement\\_entreprise/conseil\\_administration/bio\\_haignere.aspx](http://www.sanofi.com/investisseurs/gouvernement_entreprise/conseil_administration/bio_haignere.aspx) (consultée le 9 décembre 2015) / AMMAR-ISRAËL Arlène et FELLOUS Jean-Louis, *L'exploration spatiale - au carrefour entre la science et la politique*, CNRS éd. 2011, p. 12-13.

*Shenzou* (voyage spatial habité) pourtant initié par son prédécesseur, le président Jiang ZEMIN. Ainsi les médias locaux ne mentionnent plus du tout le nom du président ZEMIN lorsqu'ils mentionnent le voyage du 1<sup>er</sup> taïkonaute dans l'espace en 2003<sup>264</sup>.

Les stratégies d'exploration spatiale ont largement été conditionnées par les ambitions nationales et la compétition entre systèmes économiques différents. Cela cédera-t-il la place à une coopération certes non exempte de compétition technique et scientifique ?

### Raisons d'être de la conquête spatiale pour les pays émergents

Le but de ce travail est de démontrer que les activités scientifiques spatiales dans des pays émergents tels que l'Inde et la Chine sont avant tout subordonnées au pouvoir politique (les bénéfices politiques en partie découlant de mais surtout prévalant sur les bénéfices scientifiques escomptés). Il importe également de savoir si l'Inde et la Chine comptent atteindre leurs objectifs -scientifiques et politiques- liés à leur programme spatial respectif en privilégiant la compétition ou la collaboration.

Voici maintenant près d'un demi-siècle que l'homme voyage dans l'espace. Certes, la très grande majorité des vols s'est déroulée autour de la Terre et seuls vingt-quatre hommes - tous américains - ont approché ou posé le pied sur la Lune de 1969 à 1972. Car le point culminant de cette épopée reste bien sûr la conquête du sol lunaire. Cette aventure humaine et technologique ne doit toutefois pas faire oublier qu'elle était aussi au centre d'une lutte politique entre deux superpuissances idéologiquement opposées. La réduction des budgets de la Nasa et l'effondrement de l'Union soviétique ont toutefois permis l'émergence d'autres pays qui se sont associés aux programmes actuels et ont largement contribué à maintenir la présence de l'homme en orbite, d'abord avec Mir, puis avec la Station Spatiale Internationale (ISS<sup>265</sup>).

À long terme, les États-Unis souhaitent reprendre pied sur la Lune pour une prochaine étape martienne. La Chine est aujourd'hui la troisième puissance à avoir envoyé un Homme dans l'espace par ses propres moyens et elle ambitionne clairement d'aller elle aussi sur la Lune et pourquoi pas sur Mars. Un nouveau défi qui préfigure peut-être une nouvelle rivalité ?

C'est sans compter sur l'Inde - actuellement huitième puissance spatiale - qui projette de devenir la quatrième puissance spatiale capable de lancer un Homme dans l'espace, et vise également l'exploration robotique de Mars.

Cela offre à ces pays émergents des avantages militaires (donc stratégiques), scientifiques et (géo)politiques non négligeables qui seront présentés dans le cadre de ce travail.

La puissance d'un État ne se mesure pas uniquement à son Produit intérieur brut (PIB), estime Alain DUPAS, ancien chargé de mission au Centre national des études spatiales (CNES) dans son livre *La Nouvelle Conquête spatiale* (éditions Odile Jacob, 2010). Selon le spécialiste, « la richesse par habitant, le niveau culturel et technologique, la force militaire sont d'autres facteurs essentiels ». Et pour lui, « ce n'est que par le niveau technologique que les nations économiquement avancées pourront conserver leur compétitivité et leur position dominante dans les industries stratégiques (secteur de l'information, de l'énergie, de la défense et, bien sûr, de l'aérospatial) »<sup>266</sup>.

<sup>264</sup> BOREL Denis et SOURBÈS-VERGER Isabelle, *Un empire très céleste : La Chine à la conquête de l'espace*, éd. Dunod, 2008, p. 90.

<sup>265</sup> ISS : *International Space Station*.

<sup>266</sup> SAN Louis, « Pourquoi les pays émergents se lancent dans la conquête spatiale ? », Le Monde, 14 décembre 2013, disponible à l'adresse suivante : [http://www.francetvinfo.fr/monde/pourquoi-les-pays-emergents-se-lancent-dans-la-conquete-spatiale\\_450728.html](http://www.francetvinfo.fr/monde/pourquoi-les-pays-emergents-se-lancent-dans-la-conquete-spatiale_450728.html) (consultée le 15 novembre 2014).

« Les Chinois et les Indiens assimilent le développement technologique et scientifique au spatial », selon Isabelle Sourbès-Verger, directrice de recherche au CNRS.

Une tendance devient évidente : au fur et à mesure de la baisse d'intérêt des puissances spatiales traditionnelles pour de nouveaux projets ambitieux, la course mondiale à l'espace se déplace en Asie grâce aux efforts de la Chine et de l'Inde. L'attention de ces pays pour des programmes spatiaux tient non seulement aux besoins des économies en plein essor, mais aussi à la volonté de faire valoir leur nouveau statut mondial.

Ainsi selon les théories de Joseph NYE<sup>267</sup> relative au *soft power*, les pays émergents ont tout intérêt à réaliser leur désir de « conquête » par la voie pacifique de par leur rayonnement technologique et par le prestige que leur confère l'exploration spatiale. Le concept de *soft power* est synonyme de capacité d'un acteur politique (État, ONG, firme multinationale, institution internationale voire un réseau de citoyens (ex : le mouvement altermondialiste) d'influencer indirectement le comportement d'un autre acteur ou la définition par cet autre acteur de ses propres intérêts à travers des moyens non coercitifs (structurels, culturels ou idéologiques)<sup>268</sup>. C'est une forme indirecte d'exercice de la puissance conférant en apparence une sorte de légitimité.

Cette capacité de persuasion d'un intérêt commun a d'autant plus sens dans le domaine spatial puisque celui-ci a aussi pour vocation la sauvegarde de l'espèce humaine et de notre maison commune : la Terre.

Il serait possible de fonder un consortium international sur le modèle organisationnel et juridique de l'Antarctique pour les futures bases lunaires<sup>269</sup> et martiennes. L'Antarctique dispose d'un arsenal juridique Onusien protectif (interdiction d'exploitation pendant cinquante ans à compter du 14 janvier 1998 selon le Protocole de Madrid de 1991<sup>270</sup>) et présente des similitudes avec le vol habité de longue durée (isolement et confinement prolongés dans un milieu multiculturel - pour l'Antarctique, au sein de la station « Concordia » -).

Il n'entre pas dans notre propos de faire une étude sociologique de la société indienne mais selon Thierry CHANTRAIN directeur du Centre spatial de Liège, l'utilisation du personnel appartenant aux castes les plus basses dans la société indienne pour le travail d'exécution dans l'industrie spatiale<sup>271</sup> serait potentiellement de nature à causer des retards dans le programme spatial indien (l'Inde aurait initialement prévu d'envoyer un Homme sur la Lune en 2009, projet qui n'est plus à l'ordre du jour). Cependant l'envoi d'une sonde en orbite autour de Mars devant le Japon et la Chine prouve aussi *a contrario* la capacité de réaction rapide de l'Inde. À l'inverse Thierry CHANTRAIN insiste sur la

---

<sup>267</sup> Voir cours ULg de « Théorie des relations internationales » - Sebastian SANTANDER (2014-2015). Joseph NYE était professeur à Harvard, selon lui il existe trois types de ressources : militaires, économiques et intangibles. La notion de *smart power* renvoie au subtil équilibre entre le *soft power* et le *hard power* / NYE Joseph S., *Soft Power: The Means to Success in World Politics*, Public Affairs US New Editions, June 2005, p. 11-15.

<sup>268</sup> Image, réputation, prestige (issu de la puissance économique et/ou militaire), degré d'ouverture de sa société, exemplarité de son comportement (politiques intérieure et politique étrangère), culture, idées (religieuses, politiques, économiques, philosophiques...), rayonnement scientifique et technologique, place au sein des institutions internationales, ...Voir *Ibid*.

<sup>269</sup> Lors du sommet du Développement spatial global à Beijing en avril 2008 la recommandation avait été faite de mener un programme de recherche international permanent à la surface de la Lune dans les années 2025, analogue à celui mené pour l'exploration internationale de l'Antarctique. Voir AMMAR-ISRAËL Arlène et FELLOUS Jean-Louis, *L'exploration spatiale - au carrefour entre la science et la politique*, CNRS éd. 2011, p. 242.

<sup>270</sup> Voir « Traité sur l'Antarctique », Bureau des affaires du désarmement des Nations Unies, site disponible à l'adresse suivante : <http://www.un.org/fr/disarmament/instruments/tant.shtml> (consultée le 15 novembre 2014) / « Le Protocole au Traité sur l'Antarctique relatif à la protection de l'environnement », Secrétariat du traité sur l'Antarctique, disponible à l'adresse suivante : <http://www.ats.aq/f/ep.htm> (consultée le 15 novembre 2014) / Cours ULg de « Droit international public » - Franklin DEHOUSSE (2014-2015).

<sup>271</sup> Les tâches de conception intellectuelles étant réservées aux catégories sociales les plus élevées. Voir Interview de Thierry CHANTRAIN, directeur du Centre spatial de Liège le 3 décembre 2014.

capacité des Chinois de prendre des décisions en termes de gestion et d'exécution de projet beaucoup plus rapidement que les indiens.

Il faut avoir les moyens notamment financiers de sa politique... La coopération internationale permet de réduire les coûts et de tenir compte des expertises spécifiques (répartition plus efficace des tâches). Ainsi les pays émergents peuvent très bien contribuer à l'envoi de charge utile ou de main d'œuvre spécialisée dans le cadre d'une mission conjointe. Depuis l'absence de navette américaine seule la Russie (dans le cadre de l'ISS) permet l'envoi d'astronautes dans l'espace, pourquoi ne pas profiter des possibilités de vols habités à présent techniquement possibles par la Chine ?).

Mars est le grand objectif des États-Unis (collecte d'échantillons) et devrait être atteint peu après 2030. Déjà, la Chine se prépare à leur emboîter le pas et à conquérir la Lune. Même l'Inde avait un moment évoqué des vols habités pour 2015<sup>272</sup> (même si ce n'est pas la priorité aujourd'hui).

---

<sup>272</sup> Centre National d'études spatiales, « La nouvelle conquête spatiale », CNES, 13 janvier 2010, disponible à l'adresse suivante : <https://cnes.fr/fr/web/CNES-fr/8869-la-nouvelle-conquete-spatiale.php> (consultée le 15 avril 2014). Le lien fait référence au livre de DUPAS Alain, *La Nouvelle Conquête spatiale*, éd. Odile Jacob, 2010, 336 p.

## Annexe 23 : L'Inde et la Chine dans le cadre de la coopération internationale

### Aperçu historique de la coopération spatiale internationale

Les restrictions budgétaires, les spécialisations techniques ainsi que les décisions politiques poussent « naturellement » les différents pays à coopérer. L'annexe 13 donne plus de détails à ce sujet mais retenons que l'exemple concret majeur en termes de coopération internationale est représenté par la station spatiale internationale (ISS) à laquelle ni la Chine ni l'Inde n'ont pour l'instant accès.

Cependant il existe de sérieux freins à la coopération internationale :

- Les qualités techniques des partenaires éventuels : Un partenaire potentiel doit être attractif, compétent scientifiquement, c.-à-d. apporter une plus-value à un projet commun.
  - L'existence d'échecs passés constitue un frein puisque la coopération implique l'interdépendance. Ainsi l'échec russe de la sonde *Phobos-Grunt* en 2012 pousse les Chinois à se lancer seul dans l'exploration du sol lunaire. La conséquence est identique pour l'Inde qui devait initialement coopérer avec la Russie dans ce domaine, la sonde indienne *Chandrayaan-2* sera lancée sans l'aide de la Russie car elle ne veut pas subir de retards dus aux choix technologiques russes, elle tient à décider elle-même de ses propres exigences techniques. L'Inde et la Chine ont en partie perdu confiance en la Russie, ce qui les pousse à se débrouiller seules.
  - A l'inverse les nombreux lancements réussis de fusées par la Russie pour les vols habités vers l'ISS offrent une grande fiabilité technique, dès lors les États-Unis ayant temporairement perdu cette capacité n'hésitent pas à envoyer leurs astronautes par cette voie<sup>273</sup> (voyage aller-retour) ;
- Les raisons budgétaires :
  - Le pays investissant le plus dans un projet commun *éventuel* peut imposer ses conditions aux autres partenaires, ce qui peut décider certains pays à refuser de participer au dit projet et de choisir soit de se tourner vers d'autres partenaires moins exigeants soit vers une voie autonome ;
  - La non volonté de partager pleine et entière des fruits du travail commun une fois le projet arrivé à son terme et ce malgré les accords pris lors de son lancement est une triste réalité, certains pays ayant investi plus que d'autres dans un projet estiment avoir une primauté d'information sur d'autres (l'Esa par exemple n'est pas un monde idéal mu par la générosité désintéressée et l'altruisme) ;
  - Dans le cadre de projets autonomes, la volonté de rentabiliser des frais de recherche et de développement pousse une agence spatiale à ne pas échanger des méthodes de travail avec une autre (ainsi la Nasa a acquis une certaine avance dans les techniques d'atterrissement de *rover* sur la Lune lors des missions *Apollo*, elle ne les transmet pas intégralement à l'Esa<sup>274</sup>) ;
- Les raisons économiques :
  - Chaque pays veut grâce à son programme spatial développer la gamme complète de son industrie aéronautique et spatiale, ce qui génère des emplois et participe au développement économique ;

<sup>273</sup> La Chine est le seul pays techniquement capable d'envoyer des Américains dans l'espace en cas de défaillance de la Russie mais la Russie sera choisie de préférence tant qu'elle est opérationnelle. Car celle-ci est considérée comme techniquement plus fiable en terme balistique (qualité des fusées) et a une plus longue expérience en ce domaine. Cependant la véritable cause est politique : la Chine étant considérée comme un adversaire potentiel sur le plan militaire ceci explique le veto technologique américain. Les USA ne veulent pas que la Chine participe à l'ISS donc il est hors de question qu'un vaisseau chinois s'en approche. On ne travaille pas ensemble si l'on ne se fait pas mutuellement confiance.

<sup>274</sup> JAVAUX Emmanuelle, « Qu'est-ce qu'une planète ou une lune habitable ? », Société Astronomique de Liège, conférence du 29 mai 2015.

- Chaque pays veut avoir l'autonomie technologique nécessaire lui permettant de concurrencer d'autres pays commercialement (lancement de satellites télécoms par exemple).
- Les raisons politiques (*soft power*) :
  - Peu de pays sont prêts à renoncer au prestige lié à la capacité d'autonomie technologique en démontrant à la face du monde ses succès obtenus. Cela reviendrait à renoncer à cette fierté nationale qui tend à souder le peuple derrière ses dirigeants.
  - La sécurité nationale : un pays technologiquement avancé peut refuser toute coopération vis-à-vis d'un pays qu'il considère comme une menace militaire potentielle. Ainsi la non volonté américaine de coopération par crainte de l'espionnage industriel chinois se traduit par un refus de transfert de technologie. Les USA considèrent la Chine comme un rival militaire potentiel ceci explique pourquoi la Chine ne peut actuellement participer à l'ISS.

## L'Inde

L'Inde coopère avec d'autres pays dans divers secteurs tels que la conception de lanceurs, d'une base de lanceurs, de satellites à vocation civile ou militaire, et enfin la préparation au vol habité.

### Coopération avec les États-Unis

- En 1962-1963 une petite équipe de scientifiques indiens séjourne à la Nasa pour s'initier à l'assemblage et au lancement de fusées sondes ;
- En 1978 un accord de coopération spatiale est conclu avec les États-Unis pour le lancement de satellites indiens et des services associés ainsi que l'utilisation d'images fournies par les satellites américains « Landsat ».
- En 1984 l'Inde et les États-Unis signent un accord de transfert de technologie mais son application reste difficile car le gouvernement américain craint les fuites de technologie sensible vers le bloc de l'Est.
- En janvier 2004, l'Inde et les USA signent une déclaration conjointe sur la coopération spatiale civile (*Next Steps in Strategic Partnership*<sup>275</sup>).
- En septembre 2014 l'Inde et les USA signent un accord de coopération visant établir les prérequis d'une mission conjointe d'exploration robotique de Mars, ceci inclut déjà la coordination de l'exploitation des observations des sondes martiennes (*MAVEN*<sup>276</sup> pour les USA et *MOM*<sup>277</sup> pour l'Inde) (pour la sonde indienne *Mars Orbiter Mission* voir l'annexe 24).

### Coopération avec l'Europe

- Le 22 octobre 2008 une fusée PSLV lance la première sonde spatiale indienne *Chandrayaan-1*<sup>278</sup>, qui se place quelques jours plus tard en orbite autour de la Lune et entame ses observations scientifiques. La sonde comporte 11 instruments scientifiques dont 5 entièrement conçus et

<sup>275</sup> Voir ERELI Adam, Deputy Spokesman , « United States - India Joint Statement On Next Steps in Strategic Partnership », US Department of State Archive, Press Release, 17 September 2004, disponible à l'adresse suivante: <http://2001-2009.state.gov/r/pa/prs/ps/2004/36290.htm> (consultée le 15 novembre 2014) / « Statement on the Next Steps in Strategic Partnership With India », US Government Publishing Office, 12 January 2004, disponible à l'adresse suivante: <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/WCPD-2004-01-19/pdf/WCPD-2004-01-19-Pg61-2.pdf> (consultée le 11 novembre 2014).

<sup>276</sup> BUNBAR Brian, « Mars Atmosphere and Volatile Evolution », Nasa, mise à jour du 15 octobre 2015, disponible à l'adresse suivante : [http://www.nasa.gov/mission\\_pages/maven/main/index.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/maven/main/index.html) (consultée le 9 décembre 2015). MAVEN fut en orbite autour de Mars le 21 septembre 2014.

<sup>277</sup> IANS, « Mars Orbiter Mission extended for another 6 months», IndiaToday, 24 mars 2015, disponible à l'adresse suivante : <http://indiatoday.intoday.in/story/mars-orbiter-mission-red-planet-nasa-maven/1/425499.html> (consultée le 9 décembre 2015). MOM fut en orbite autour de Mars le 24 septembre 2014.

<sup>278</sup> « Indian Space Research Organisation » (ISRO), disponible à l'adresse suivante : <http://www.isro.org/> (consultée le 15 novembre 2014). *Chandrayaan* veut dire « premier lancement lunaire ».

réalisés en Inde, 6 sont le fruit de la coopération internationale (Royaume-Uni, Allemagne, Esa, Bulgarie, Nasa).

#### Coopération avec la France

- En 1964 l'Inde signe un accord avec l'agence spatiale française, le CNES, pour l'acquisition de licences de fabrication de fusée-sonde ;
- La base de lancement de *Sriharikota* dans l'*Andhra Pradesh*, rebaptisée par la suite Centre spatial de *Satish Dhawan* est créée en 1970 avec l'assistance technique de la France<sup>279</sup>. La base devient opérationnelle le 9 octobre 1971 ;
- En 1977 un accord de coopération spatiale est conclu avec la France.
- En 1988 une fusée Ariane lance le troisième satellite indien de la série INSAT-1 mais le satellite est perdu peu après. Le quatrième et dernier exemplaire sera lancé en 1989<sup>280</sup>.

#### Coopération avec la Russie

- Dans le cadre du programme de coopération internationale soviétique Intercosmos le premier astronaute indien Rakesh SHARMA, un pilote de l'Armée de l'air, séjourne 11 jours à bord de la station spatiale *Saliout 7* en avril 1984 ;
- En mars 1988 un lanceur soviétique place en orbite IRS 1A le premier satellite d'observation de la Terre de construction indienne ;
- En 2007 un accord de 10 ans est signé avec l'agence spatiale russe Roscosmos pour des missions scientifiques conjointes vers la Lune.
- En 2010 la Russie et l'Inde signent un accord sur l'utilisation du signal de navigation russe par satellite Glonass<sup>281</sup>. La Russie a signé cet accord avec d'autres pays mais seule l'Inde bénéficie de cet accord à des fins militaires, ce qui atteste du caractère stratégique du partenariat entre les deux pays.

#### Coopération avec Israël

- En 2002 l'Inde et Israël signent un accord de coopération pour l'usage pacifique de l'espace.
- L'Inde s'est procuré un satellite de reconnaissance radar RISAT-2 auprès d'Israël et le met en orbite en 2009<sup>282</sup>.

#### Coopération avec la Belgique

- L'université de Liège<sup>283</sup> (Centre Spatial de Liège), pour le compte de l'Organisation de la recherche spatiale indienne (ISRO), a collaboré avec la société belge AMOS (*Advanced Mechanical and Optical Systems*, une ancienne spin off du CSL faisant maintenant partie de l'industrie spatiale belge) pour la mise au point des équipements de test de satellites (livraison

---

<sup>279</sup> Seulement après le refus des États-Unis.

<sup>280</sup> Les satellites de télécommunications de la série INSAT seront désormais lancés par la fusée Ariane en attendant que l'Inde dispose de son propre lanceur.

<sup>281</sup> Sputnik France, « Russie-Inde : accord sur l'utilisation militaire de GLONASS », 12 mars 2010, disponible à l'adresse suivante : <http://fr.sputniknews.com/defense/20100312/186236873.html> (consultée le 15 novembre 2014). Le système de navigation GLONASS (Global Navigation Satellite System) est destiné à positionner les objets sur terre et en mer. 18 satellites sont nécessaires pour couvrir le territoire russe et au moins 24 pour embrasser l'ensemble de la Terre.

<sup>282</sup> LAGNEAU Laurent, « L'Inde lance un satellite de reconnaissance », Zone militaire Opex 360.com, 20 avril 2009, disponible à l'adresse suivante : <http://www.opex360.com/2009/04/20/inde-lance-un-satellite-espion/> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>283</sup> Voir « L'espace entre Liège et l'Inde », Université de Liège, disponible à l'adresse suivante : [http://www.ulg.ac.be/cms/c\\_3795689/fr/l-espace-entre-liege-et-l-inde](http://www.ulg.ac.be/cms/c_3795689/fr/l-espace-entre-liege-et-l-inde) (consultée le 15 novembre 2014) / Conférence de M. A. Cucchiaro « 50 ans de recherches au Centre Spatial de Liège » - Société Astronomique de Liège (28 novembre 2014) / Interview de T. CHANTRAIN, directeur du CSL (3 décembre 2014).

d'une cuve de simulation permettant la reproduction des conditions thermiques spatiales). Le Centre Spatial de Liège<sup>284</sup> travaille aussi pour l'Esa.

- L'université de Liège avec le CSL<sup>285</sup> gère un projet de télescope à miroir liquide (4 m de diamètre). Il aurait dû initialement être installé au Chili mais le sera en Inde pour des raisons financières (coût de location attractif). Le dôme est en cours de construction, il est prévu d'ériger le télescope au mois de mai et/ou octobre 2016 si la mousson est trop précoce. La première lumière devrait pouvoir avoir lieu au cours du printemps 2017, voire un peu avant. Le projet a été présenté à l'IIST (*Indian Institute of Space Technology, Trivandrum, Kerala*) afin d'intéresser la direction au potentiel d'utiliser le télescope pour la détection de débris spatiaux, cependant celle-ci semble parfois manquer d'enthousiasme<sup>286</sup>. Cependant il est possible qu'un étudiant indien fasse une thèse de doctorat en astrophysique à l'ULg sur l'utilisation de ce télescope aux fins de détection de débris spatiaux. En outre un projet d'échange d'étudiants dans le cadre du master en sciences spatiales est aussi à l'étude (entre l'IIST et l'ULg dans le cadre *Erasmus Mundus*).

#### Coopération entre agences spatiales multiples

- En 1986, un comité international prélude à l'exploration du système solaire fut créé : l'IACG (*Inter-Agency Consultative Group*, formé des représentants de l'Esa (européen), d'Intercosmos (russe), de la JAXA (japonaise) et de la Nasa. Une coopération directe entre agences spatiales et une coordination de leurs moyens fut pour la première fois possible<sup>287</sup>. Malheureusement ce comité disparut en 2006 en partie faute de pouvoir rallier l'Inde et la Chine<sup>288</sup>. Les membres de ce comité se retrouvèrent au sein d'un groupe de travail « lunaire » (*International Lunar Exploration Working Group*) et un groupe de travail « martien » (*International Mars Exploration Working Group*).
- L'IACG a cédé la place en mai 2007 à l'ISECG (*International Space Exploration Coordination Group*), une plateforme d'échange sur la stratégie d'exploration spatiale individuelle ou collective composée de 14 pays membres<sup>289</sup> dont l'Inde, la Chine n'en faisant toujours pas partie.

#### Coopération au niveau des Nations Unies

<sup>284</sup> A noter que la Chine est connue pour son espionnage industriel via un vol informatique au sein du CSL en 1971. D'après la Sûreté de l'État il s'agissait d'obtenir des informations sur les activités du CSL concernant les projets liés à l'Inde (et en particulier la valeur des contrats commerciaux). Le CSL devait en l'espèce livrer à l'Inde du matériel d'expérimentation, le contrat fut signé suite au refus des États-Unis de permettre à une société américaine de livrer ce genre de matériel à la Chine pour des raisons de non-prolifération. Sachant que le CSL teste aussi du matériel militaire le comité permanent R (Contrôle des services de renseignement et de sécurité) considéra que le CSL était une cible potentielle d'espionnage tant économique que militaire. Voir THOMAS Paul, *L'espionnage en Belgique - De la guerre froide à aujourd'hui*, éd. Jourdan 2012, p. 212.

<sup>285</sup> Il s'agissait au départ d'un projet international qui devait démarrer en 2009 (Liquid Mirror Telescope dénommé ILMT) mais seule la Belgique et le Canada (pour la partie testing et transport sur site) sont restés dans l'aventure. Voir « Le miroir liquide liégeois bientôt installé en Inde », Le 15<sup>ème</sup> jour du mois, mensuel de l'ULg , 26 novembre 2009, disponible à l'adresse suivante : <http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/29997/1/2009 sera t%C3%A9lescopique.pdf> (consultée le 22 mai 2015).

<sup>286</sup> Selon J. SURDEJ, Vice-Président du département d'astrophysique de la Faculté des sciences de l'ULg (contacté le 20 mai 2015), des membres de l'ULg s'activent depuis des années à développer des projets de collaboration dans le domaine spatial avec l'Inde mais du côté indien, il y a peu d'efforts de réciprocité probablement à cause de la lourdeur des démarches administratives et un manque d'ouverture sur le monde extérieur. Souvent, les chercheurs indiens les plus dynamiques ont quitté l'Inde pour mieux s'épanouir ailleurs et peu d'entre eux rentrent au pays.

<sup>287</sup> Ce qui permit à la sonde européenne Giotto de s'approcher si près du noyau de la comète de Halley après le repérage soviétique de la sonde Vega.

<sup>288</sup> AMMAR-ISRAËL Arlène et FELLOUS Jean-Louis, *L'exploration spatiale - au carrefour entre la science et la politique*, CNRS éd. 2011, p. 191.

<sup>289</sup> ASI (Italie), CNES (France), CNSA (Chine), CSA (Canada), CSIRO (Australie), DLR (Allemagne), Esa (Europe), ISRO (Inde), JAXA (Japon), KARI (république de Corée), Nasa (USA), NSAU (Ukraine), Roscosmos (Russie), UKSA (Royaume Uni). Voir ISECG, « ISECG members », disponible à l'adresse suivante : [http://www.globalspaceexploration.org/wordpress/?page\\_id=50](http://www.globalspaceexploration.org/wordpress/?page_id=50) (consultée le 27 juillet 2015).

- En 1958 L'Inde est un pays fondateur du Copuos (Comité sur l'utilisation pacifique de l'espace), organisation à la base de la rédaction des traités internationaux spatiaux.
- L'Inde est membre de l'UIT (Union Internationale des Télécommunications) au sein de laquelle sont arbitrées les allocations de fréquences et d'orbites relatives aux activités satellitaires.
- L'Inde rejoint en outre une multiplicité d'entités spécialisées créées à l'initiative d'agences spatiales d'autres pays : le CEOS (*Committee on Earth Observation Systems*), l'IACD (*Inter-Agency Space Debris Coordination Committee* : le Comité interagences sur les débris spatiaux), la Charte internationale sur la gestion des catastrophes naturelles et technologiques, ...
- L'Inde ne fait pas partie du *Missile Technology Control Regime*, un partenariat informel (ce n'est pas un traité international) de 34 pays datant de 1987 visant à limiter les exportations de lanceurs<sup>290</sup>. Cependant l'Inde adhère en pratique à ces règles puisqu'elle dispose d'une réglementation interne équivalente de non exportation de technologie sensible (missiles nucléaires). En janvier 2015 le président américain OBAMA se déclara favorable à l'admission de l'Inde à l'organisation.

Au niveau commercial

- L'Inde met en orbite des satellites d'autres nations dont la Corée du Sud et l'Allemagne. L'Inde commercialise des lancements mais à la différence de la Chine ne vend pas des systèmes clé sur porte (vente de satellites et de leur lancement).

## La Chine

La Chine coopère avec d'autres pays dans divers secteurs tels que le suivi de ses sondes lunaires, l'exploration scientifique de Mars et la préparation au vol habité.

Coopération avec la France

- En 1997 un accord de coopération intergouvernemental fut signé entre les deux pays. Il porta dès 1998 sur la collaboration entre les deux agences spatiales concernant l'interconnexion du réseau français de stations de télémétrie et contrôle de satellites au réseau chinois.
- En 2014 la France devait procéder pour la Chine à l'analyse des échantillons<sup>291</sup> de Phobos (une Lune de Mars) sur base de la sonde russe *Phobos-Grunt* lancée en 2012 laquelle aurait envoyé un orbiteur chinois autour de Mars, le projet fut un échec en janvier 2012 (voir ci-dessous).
- Bien involontairement, grâce à une documentation ouverte abondante<sup>292</sup> liée aux lanceurs « Ariane », la Chine fut en mesure de développer dès 1982 le moteur cryotechnique<sup>293</sup> de son propre lanceur « Longue Marche 3 » et de s'épargner ainsi de longs efforts en termes de recherche et de développement.
- En 2015 il est prévu de mener conjointement une mission satellitaire océanographique<sup>294</sup> mesurant le vent et les vagues dans le cadre d'une étude de météorologie marine.
- En 2016 lors du lancement de *Tiangong-2* (module de la station spatiale), les taïkonautes devraient utiliser le dispositif médical *cardiospace* pour le suivi de leur système cardio-vasculaire

<sup>290</sup> DAVENPORT Kelsey, « The Missile Technology Control Regime at a Glance », Arms Control Association, 6 novembre 2015, disponible à l'adresse suivante: <http://www.armscontrol.org/factsheets/mtcr> (consultée le 10 décembre 2015). Le MTCR n'est pas directement lié à l'Onu mais permet de respecter la résolution du Conseil de Sécurité de l'Onu demandant à chaque pays membre de respecter des obligations en termes de contrôle de ses propres exportations.

<sup>291</sup> Il s'agissait de collecte de particules en mouvement autour de Phobos et non d'un alunissage avec collecte de roche sur place.

<sup>292</sup> Trop abondante dirent certains experts s'interrogeant sur des transferts involontaires de technologie. Voir BOREL Denis et SOURBÈS-VERGER Isabelle, *Un empire très céleste : La Chine à la conquête de l'espace*, éd. Dunod, 2008, p. 153.

<sup>293</sup> c.-à-d. utilisant pour ergols l'hydrogène et l'oxygène liquide. Notons que le Livre Blanc de 2006 mentionnait déjà que la Chine recherchait une forme d'innovation, à savoir l'utilisation d'ergols non toxiques, à haute performance et à moindre coût. Voir *ibid.*

<sup>294</sup> CF.OSAT : French-Chinese Oceanic Satellite. Voir « CF.OSAT », CERSAT (laboratoire d'océanographie spatiale), disponible à l'adresse suivante: <http://cersat.ifremer.fr/oceanography-from-space/missions/cf.osat> (consultée le 15 juin 2015).

lors des vols de plusieurs semaines en microgravité. Ce dispositif médical français a été développé dans le cadre d'une convention entre Paris et Beijing<sup>295</sup>.

#### Coopération avec l'Allemagne

- Cette collaboration porta sur le développement de technologie de satellites de communication (le satellite chinois DFH-3 fut amélioré par les ingénieurs allemands).

#### Coopération avec l'Angleterre

- Un protocole d'accord (*Memorandum of Understanding*) a été signé entre la *UK Space Agency* et le CNSA en décembre 2003 dans le but d'identifier les opportunités de collaboration qui pourraient déboucher sur une croissance économique et sociale profitable aux deux pays<sup>296</sup>.

#### Coopération avec le Brésil

- Cette collaboration porta sur le développement de technologie de satellites de télédétection<sup>297</sup> (*ZiYuan*), elle fut profitable aux deux pays. Le Brésil profita des lanceurs chinois et de la mise au point d'un satellite technologiquement plus avancé. Outre l'intérêt diplomatique, la Chine développa ses capacités de transmission radio de données à moindre coût (projet financé à 50 % par chaque pays). Le projet C-BERS<sup>298</sup> fut un des rares exemples de coopération au sein de la sphère asiatique au sens large. Un protocole de coopération technologique spatiale fut signé en 1988 puis renouvelé en 2004.

#### Coopération avec les USA

- L'explosion de la navette *Challenger* pousse la Chine à développer son programme de vol habité seule. La Chine avait un moment songé à collaborer avec les USA en cas de refus russe.
- En 1988 le président Reagan approuve la 1<sup>ère</sup> licence d'exportation de satellites commerciaux vers la Chine. En échange Beijing signe un accord sur (1) la responsabilité en cas de dommages résultant de lancements spatiaux, (2) la négociation avec les USA d'un accord de lancement et (3) l'établissement d'un régime de protection des technologies lors de transferts de satellites vers la Chine aux fins de leur lancement. La répression des étudiants en 1989 sur la Place Tiananmen fera capoter le projet. Cependant dans les années 1990 la Chine bénéficia du concours technique d'entreprises américaines (et russes) pour la mise au point de son lanceur (« Longue Marche »). En 1996 la Chine obtint 9 contrats de lancement avec des entreprises US mais l'explosion de son lanceur « Longue Marche 3 B » la même année fut un échec cuisant. En 1997 des suspicitions de transfert d'information technologique militaire mirent fin à cette collaboration<sup>299</sup>.

#### Coopération avec le Canada

- Depuis les années 90 il existe entre les deux pays une collaboration dans le domaine des satellites radar.
- En 1996 la Chine obtient via un contrat avec la société canadienne *McDonald, Dettwiler and Associates* une modernisation de ses segments sols pour analyser les images collectées par le système canadien RADARSAT.

<sup>295</sup> PIRARD Théo, « Chine spatiale: nouveau bond en avant », Athena, avril 2016, p. 48.

<sup>296</sup> AL-EKABI Cenan, « Space Policies, Issues and Trends in 2012-2014 », ESPI (European Space Policy Institute) Report 49, November 2014, disponible à l'adresse suivante: [http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI\\_Report\\_49.pdf](http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI_Report_49.pdf) (consultée le 12 août 2015).

<sup>297</sup> La télédétection spatiale recouvre dans ce contexte l'observation des terres émergées (lithosphère) et des océans (hydroosphère).

<sup>298</sup> China-Brazil Earth Resources Satellite Programme. Les satellites d'observation de la Terre furent lancés en 1999, 2003, 2007, 2013 et 2014. Le prochain lancement est prévu pour 2016. Voir « C-BERS (China-Brazil Earth Resources Satellite) Programme », INPE (*Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais*), disponible à l'adresse suivante : <http://www.cbers.inpe.br/ingles/> (consultée le 10 décembre 2015).

<sup>299</sup> Il y eu des rumeurs de transfert d'information de nature militaire via la firme américaine Boeing qui fut accusée de transfert de technologie par l'administration Clinton et fut condamnée à payer une amende de 14 millions de dollars.

## Coopération avec la Russie

- Développement de missiles balistiques dès 1958 mais l'aide est stoppée dès 1959 suite à la détérioration des rapports Chine-Russie. La Chine finira par tirer seule son 1<sup>er</sup> missile balistique intercontinental en mai 1980.
- Un rapprochement avec la Russie est tenté en 1986 concernant la coopération liée aux vols habités, il était prévu d'avoir un taïkonaute<sup>300</sup> à bord de la station Mir mais l'évolution de l'URSS n'allant pas dans le sens voulu par la Chine, le projet de vols en coopération est abandonné.
- La Chine profite en 1989 d'un contexte international favorable. Elle fit l'acquisition de la technologie russe à moindre frais (vente par la Russie de ses compétences liées au vol habité, évitant pour la Chine les coûts de recherche et de développement importants).
- Etude de *Soyouz* et entraînement des 1ers Taïkonautes. En 1994, la Russie a vendu diverses technologies aéronautiques et spatiales au gouvernement chinois et, en 1995 des accords sont passés entre la Russie et la Chine portant sur l'acquisition des technologies du vaisseau russe *Soyouz* ainsi que l'achat d'exemplaires du vaisseau, de systèmes de support-vie, d'amarrage et de combinaisons spatiales<sup>301</sup>. Les équipages chinois sont entraînés dans les installations de la Cité des Étoiles à Moscou en 1996. *In fine*, le premier vol du vaisseau spatial sans équipage, *Shenzhou 1* a lieu le 20 avril 1999 pour le 50<sup>ème</sup> anniversaire de la fondation de la République populaire de Chine. Le programme *Shenzhou* permettra l'envoi du 1<sup>er</sup> taïkonaute dans l'espace en 2003, un pas important pour la Chine.
- L'année 2007 est marquée par un incident notable : Igor RESHETIN, CEO russe d'une société en charge de la production de missiles (*TsNIIIMash*) et travaillant en collaboration étroite avec Roscosmos, donne des informations spatiales classées secret-défense à la Chine<sup>302</sup>. S'en suit un procès retentissant où le CEO est condamné à 11 ans et demi de prison pour transfert illégal de technologie duale (civile et militaire). La perte est estimée à 110 Mio de roubles (soit 4,5 Mio \$) pour la Russie. La Russie est prête à collaborer avec la Chine au niveau spatial mais pas à ce prix !
- Projet Mars 500<sup>303</sup> : l'institut de médecine spatiale russe et l'Esa ont collaboré sur le projet « Mars 500 » afin d'étudier les effets psychologiques d'une absence prolongée de longue durée dans un espace confiné. C'est une expérience grandeur nature en Russie commencée en 2009 (et menée à son terme en 2011). Il comportait comme « cobayes » trois cosmonautes russes, deux astronautes européens (un italien, un français) et un taïkonaute chinois
- Envoi de la sonde martienne *Phobos-Grunt*. L'agence spatiale chinoise développa le petit orbiteur martien « Yinghuo-1 ». lequel devait se séparer de la sonde-mère *Phobos-Grunt* pour se mettre en orbite elliptique autour de Mars afin de l'observer. La coopération se faisait avec l'Esa chargé de suivre les opérations depuis ses stations au sol. Le CNES aurait disposé d'une partie des échantillons récoltés autour de *Phobos* pour analyse. Malheureusement la mission fut un échec<sup>304</sup>, elle fut lancée en novembre 2011 mais ne put échapper à l'attraction terrestre pour être dirigée vers Mars, elle revint sur Terre de manière non contrôlée en janvier 2012.
- Le 30 juin 2014 le Premier ministre russe s'est déclaré favorable à aider la Chine dans son programme spatial<sup>305</sup>. Si dans l'avenir les Russes et les Chinois finissent par collaborer c'est probablement grâce aux actions américaines empêchant les transferts technologiques<sup>306</sup> et par défiance politique vis-à-vis des USA (un « ennemi commun »). Cependant Russes et Chinois se

<sup>300</sup> Le mot chinois pour cosmonaute est *Yuanguan*.

<sup>301</sup> L'accord de coopération de 1995 porta même sur les missions robotiques vers Mars.

<sup>302</sup> Sputnik International, « Reshetin sentenced for 11,5 years for passing technology to China », 3 décembre 2007, disponible à l'adresse suivante : <http://sputniknews.com/russia/20071203/90747889.html> (consultée le 15 décembre 2014).

<sup>303</sup> Voir « Mars 500 Project : Simulation of a manned flight to Mars », IMBP, disponible à l'adresse suivante : <http://mars500.imbp.ru/en/about.html> , (consultée le 10 décembre 2015) / AMMAR-ISRAËL Arlène et FELLOUS Jean-Louis, *L'exploration spatiale - au carrefour entre la science et la politique*, CNRS éd. 2011, p. 221.

<sup>304</sup> BODNER Matthew, « Russia's Reboot of Mars Mission Is 'Matter of Honor' », The Moscow Times, 13 octobre 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.themoscowtimes.com/business/article/russia-s-reboot-of-mars-mission-is-matter-of-honor/509375.html> (consultée le 10 décembre 2015).

<sup>305</sup> ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG editions, July 2015, p. 243.

<sup>306</sup> Tant vers la Chine que vers la Russie (depuis l'occupation de la Crimée le 18 mars 2014).

méfient fortement l'un de l'autre, ceci constitue le gros point faible de leur collaboration éventuelle puisqu'elle serait « forcée » et non pas « naturelle ». Peut-on collaborer dans un climat de méfiance (nonobstant les accords énergétiques passés entre les deux pays par exemple) ?

### Coopération avec l'Europe

- Depuis 1990, l'Esa collabore avec la Chine dans le cadre de programmes d'observation de la Terre<sup>307</sup>.
- Projet « Mars 500 » (voir ci-dessus)
- Suivi -via les signaux radio- des sondes lunaires dans le cadre du programme *Chang'e* : l'Esa (European Space Agency) a, avec les autorités spatiales chinoises, un accord de soutien mutuel<sup>308</sup>. L'Esa s'est impliquée dans les programmes *Chang'e-1* et *Chang'e-2*, et maintenant aussi dans *Chang'e-3*, en apportant une aide via son réseau à terre. L'Esa a des bases au sol en Espagne, en Australie, en Guyane française, et aussi en Amérique du sud. Une fois que la sonde *Chang'e-3* a aluni, l'Esa a par triangulation -en utilisant ses bases en Australie et à Cebreros en Espagne- pu déterminer exactement où la sonde se trouvait sur la surface lunaire. Des équipes chinoises étaient mêmes présentes dans le centre de contrôle de l'Esa à Darmstadt en Allemagne.

Pourquoi les Chinois ont-ils sollicité l'Agence spatiale européenne et pas la Nasa ou l'Agence spatiale russe ?

Selon le département des relations internationales de l'Agence spatiale européenne :

- Le centre d'opération en Allemagne serait un des centres les plus performants au monde pour ce qui est du repérage de satellites ;
- L'Europe entretient des relations depuis longtemps avec la Chine.
- Chinois et Européens tentent de coopérer dans le cadre de l'extension de la station spatiale chinoise *Tiangong-1*. En fournissant une aide technique à la Chine dans les processus d'amarrage (l'Esa ayant acquis une expérience avec l'ISS), l'Europe pourrait à terme envoyer des astronautes dans la station chinoise<sup>309</sup>.

### Coopération entre agences spatiales multiples

- La Chine ne fait pas partie de l'ISECG (*International Space Exploration Coordination Group*).
- En 1993 la Chine parvient à obtenir la capacité de collecte et d'analyse des informations en provenance des satellites d'imagerie terrestre européens, japonais et même américains.

### Coopération au niveau régional

- Dès 1992 la Chine est à la base d'un développement régional spatial en fondant l'AP-MSCTA (*Asia-Pacific Multilateral Cooperation in Space Technology and Applications*). Les membres fondateurs étaient la Chine, le Pakistan et la Thaïlande. Le but étant en fait de trouver des débouchés à l'industrie spatiale chinoise (ex : lancement de mini satellites à usage multiple). Les pays membres sont :
  - En Asie : la Mongolie, la Malaisie, la Thaïlande, la Corée du Sud, le Pakistan (et non l'Inde) ;
  - En Amérique latine : le Pérou, l'Argentine ;
  - En Europe : la Russie et l'Ukraine.

<sup>307</sup> Par exemple le programme « Dragon » depuis 2004. Voir AL-EKABI Cenan, « Space Policies, Issues and Trends in 2012-2014 », ESPI (European Space Policy Institute) Report 49, November 2014, disponible à l'adresse suivante : [http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI\\_Report\\_49.pdf](http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI_Report_49.pdf) (consultée le 12 août 2015).

<sup>308</sup> WILKS Jeremy, « Les Chinois sur la lune: dans les pas des grandes nations spatiales », Euronews, 18 décembre 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://fr.euronews.com/2013/12/18/les-chinois-sur-la-lune-dans-les-pas-des-grandes-nations-spatiales/> (consultée le 15 avril 2014).

<sup>309</sup> AL-EKABI Cenan, « Space Policies, Issues and Trends in 2012-2014 », ESPI (European Space Policy Institute) Report 49, November 2014, disponible à l'adresse suivante : [http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI\\_Report\\_49.pdf](http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI_Report_49.pdf) (consultée le 12 août 2015).

- Cette coopération fut institutionnalisée en octobre 2005 via l'Apsco (*Asia Pacific Cooperation Organization*<sup>310</sup>). Les pays fondateurs comptent la Chine et le Pakistan. Le but étant d'assurer la coopération et la promotion des activités spatiales pacifiques entre les pays membres. Ceux-ci sont : la Chine, la Mongolie, la Thaïlande, l'Indonésie, l'Iran, le Pakistan, le Bangladesh, le Pérou et la Turquie. Le quartier général de l'organisation est Beijing, lequel assume le leadership mais aussi la majorité des coûts. La Russie a assisté à la cérémonie d'inauguration de l'organisation. Au niveau technologique c'est une organisation asymétrique, la Chine étant nettement plus avancée que ses partenaires. Trois futurs membres sont pressentis : la Malaisie, le Kazakhstan (abritant le cosmodrome de Baïkonour) et le Tadjikistan. Le but de Beijing est d'ancrer la domination spatiale chinoise en Asie parmi les pays en développement.

#### Coopération au niveau des Nations Unies

- En 1981 la Chine devient membre du Copuos (Comité sur l'utilisation pacifique de l'espace), organisation à la base de la rédaction des traités internationaux spatiaux.
- La Chine est membre de l'UIT (Union Internationale des Télécommunications) au sein de laquelle sont arbitrées les allocations de fréquences et d'orbites relatives aux activités satellitaires.
- La Chine rejoint en outre une multiplicité d'entités spécialisées créées à l'initiative d'agences spatiales d'autres pays : le CEOS (*Committee on Earth Observation Systems*), l'IACD (le Comité interagences sur les débris spatiaux), la Charte internationale sur la gestion des catastrophes naturelles et technologiques, ...
- La Chine ne fait pas partie du *Missile Technology Control Regime*, un partenariat de 34 pays datant de 1987 visant à limiter les exportations de lanceurs. La Chine déclare adhérer aux « guidelines » originelles de 1987 mais pas aux révisions subséquentes. En 2004 la Chine demande à devenir membre de l'organisation mais cette demande lui fut refusée suite aux craintes des pays membres concernant les standards chinois de contrôle des exportations<sup>311</sup>.

#### Au niveau commercial

- La Chine exporte sa technologie de satellite entre autre au Pakistan, en Iran et en Thaïlande<sup>312</sup>.
- La Chine -via la société *China Great Wall Industry Corporation*- met en orbite des satellites d'autres nations dont le Nigeria (satellite NigComSat) et le Venezuela (satellite VenEsat-1). L'accord passé avec le Nigéria permet même à la Chine d'accéder aux hydrocarbures du pays. Ces succès ont inspiré la Bolivie à demander une coopération technologique et scientifique dans le cadre d'un projet de satellite de communication *Tupac Katari*. La Chine vend des systèmes clé sur porte (vente de satellites et de leur lancement) contrairement à l'Inde qui se limite au lancement de satellites étrangers.
- Dès 1993 le secteur spatial participe à la croissance économique du pays en mettant en orbite des satellites commerciaux pour d'autres pays tels que : Hong Kong, le Pakistan, les Philippines, mais aussi la Suède, l'Australie et les États-Unis<sup>313</sup>.

<sup>310</sup>Voir « Asia Pacific Space Cooperation Organization (Apsco) », Pakistan Space and Upper Atmosphere Research Commission (Suparco) from National Space Agency of Pakistan, disponible à l'adresse suivante: <http://www.suparco.gov.pk/pages/apsco.asp> (consultée le 17 juillet 2015) / « Asia Pacific Space Cooperation Organization », Apsco, disponible à l'adresse suivante: <http://www.apsco.int/> (consultée le 17 juillet 2015) / ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG editions, July 2015, p. 42.

<sup>311</sup> DAVENPORT Kelsey, « The Missile Technology Control Regime at a Glance », Arms Control Association, 6 novembre 2015, disponible à l'adresse suivante: <http://www.armscontrol.org/factsheets/mtcr> (consultée le 10 décembre 2015).

<sup>312</sup> ACUTHAN Jayan Panthamakkada, « Le programme spatial chinois : compétition ou collaboration ? » dans Perspectives chinoises (n° 92), décembre 2005, disponible à l'adresse suivante : <http://perspectiveschinoises.revues.org/931> (consultée le 15 avril 2014).

<sup>313</sup> BOREL Denis et SOURBÈS-VERGER Isabelle, *Un empire très céleste : La Chine à la conquête de l'espace*, éd. Dunod, 2008, p. 66.

## Annexe 24 : Explorations de la Lune et de Mars

La Lune et Mars sont les premières étapes du voyage exploratoire spatial habité où le robot cède la place à l'homme.

Le présent chapitre intègre les volets juridiques et éthiques de l'exploitation des ressources de nature extra-terrestre faisant suite à l'exploration spatiale.

### La Lune

Pourquoi l'homme s'intéresse-t-il à la Lune ?

- La réalisation de programmes scientifiques spécifiques :
  - ➔ La connaissance de la Lune est essentielle à la quête de nos origines<sup>314</sup> car sur Terre tous les vestiges antérieurs à 3,8 milliards d'années ont disparu (La Lune et Mars ont conservé cette mémoire pouvant éventuellement montrer les conditions ayant permis l'émergence de la vie). L'analyse des roches lunaires permet de détecter une présence d'hydrogène lequel est un constituant de l'eau<sup>315</sup> -source de la vie-. La connaissance de la Lune permet aussi la datation des planètes de notre système solaire.
  - ➔ La priorité politique (et non scientifique) donnée à l'envoi de l'homme sur la Lune a occulté un vaste domaine de recherche scientifique, il serait donc nécessaire d'analyser enfin de manière systématique et complète la surface et le sol lunaire (en ce compris la face cachée). Cela permettrait de développer les sciences de la Lune<sup>316</sup>, depuis la Lune<sup>317</sup> et sur la Lune<sup>318</sup> ;
- L'exploitation des ressources lunaires. Ainsi la présence d'Hélium<sup>3</sup> a été détectée dans les mers lunaires (une denrée énergétique rare sur Terre, cependant la technologie permettant la création d'énergie à partir de l'Hélium<sup>3</sup> n'est pas encore mature) ;
- La validation des technologies utiles pour l'exploration spatiale lointaine. Ainsi une base avancée lunaire<sup>319</sup> serait en théorie de nature à faciliter la conquête de Mars<sup>320</sup>.

<sup>314</sup> Selon la théorie de l'« impact géant », l'analyse des échantillons de roches lunaires en 1980 révèlerait que la Lune résulterait de la collision entre la Terre et une planète d'une taille équivalente à celle de Mars. Les débris résultant de cette collision ayant formé la Lune.

<sup>315</sup> Parallèlement l'homme s'est toujours posé la question de savoir si l'eau sur Terre pouvait provenir de comètes. La réponse serait négative d'après les observations en provenance de Rosetta en 2014 (sonde de l'Esa). Voir LEBRETON Jean-Pierre (Research scientist, C.N.R.S.-University of Orleans) « Rosetta: Exploring Comet 67P/C-G on its journey around the Sun », Air & Space Academy, 2 June 2015, disponible à l'adresse suivante: <http://www.academie-air-espace.com/event/newdetail.php?varId=399&langue=uk> (consultée le 15 juillet 2015).

<sup>316</sup> Étude de la stabilisation de l'obliquité de l'axe de la Terre avec répercussion sur le climat et étude de l'apparition de la vie. Sans la Lune la Terre pourrait oblier sur son axe et ne plus devenir viable.

<sup>317</sup> Études astronomiques (Terre et planètes extrasolaires dites « exo-planètes ») et études de physique solaire.

<sup>318</sup> Étude de la biologie des radiations permettant à l'homme de mieux se protéger. Une base lunaire nécessiterait en effet la mise au point de supports de vie (recyclage de l'air, de l'eau et des déchets) sans devoir transporter des ressources importantes depuis la Terre.

<sup>319</sup> Un projet de cité lunaire a même été étudié par les Japonais (Obayashi Corporation). Depuis 2003 l'agence spatiale japonaise JAXA prévoit d'envoyer des astronautes sur la Lune en 2025. Le danger majeur sur la Lune réside dans la présence d'éruptions solaires, le scaphandre des astronautes ne les protège pas suffisamment. Une éruption eût lieu le 4 août 1972, les astronautes d'Apollo 16 (Avril 1972) et 17 (Décembre 1972) n'auraient pas survécu si la prévision de ces éruptions n'avait pas été faite.

<sup>320</sup> Projet américain lancé par le Président G. Bush « Space Exploration Initiative » pour l'envoi d'astronautes sur Mars en 2019 via une base lunaire. Ce sera la base du projet « Constellation » pourtant commencé en 2005 prévoyant aussi une base lunaire mais il fut abandonné en 2010 par le Président B. OBAMA. Une base lunaire n'est pas un prérequis pour se rendre sur Mars, un vaisseau pourrait être assemblé à bord d'une station spatiale. Voir cours ULg « Exploration spatiale » de M. G. RAUW dans le cadre du Master en Sciences Spatiales.

Seuls quatre pays ont ouvertement déclaré avoir un intérêt marqué pour l'Hélium 3 : Les USA, la Russie, l'Inde et la Chine<sup>321</sup>. Politiquement seuls trois pays avaient ouvertement déclaré avoir engagé un projet national d'occupation humaine de la Lune : les États-Unis, l'Inde et la Chine (le Japon misant sur une occupation internationale). Actuellement aucun programme d'installation de base lunaire n'est jugé prioritaire pour chacune des agences spatiales (qu'il s'agisse de la Nasa, de l'Esa, de Roscosmos<sup>322</sup>, du CNSA, de l'ISRO ou de la JAXA).

### **Exploration robotique de la Lune par l'Inde**

- En 2007 un accord de 10 ans est signé avec l'agence spatiale russe Roscosmos pour des missions scientifiques conjointes vers la Lune.
- Le 22 octobre 2008 une fusée PSLV lance la première sonde spatiale indienne « Chandrayaan-1 », qui se place quelques jours plus tard en orbite autour de la Lune et entame ses observations scientifiques. La sonde comporte onze instruments scientifiques dont cinq entièrement conçus et réalisés en Inde, six sont le fruit de la coopération internationale (Royaume-Uni, Allemagne, Esa<sup>323</sup>, Bulgarie, Nasa). La présence d'eau sur la Lune a été détectée par l'instrument américain *Moon Mineralogy Mapper* lequel était embarqué sur la sonde indienne. Ce n'est pas la 1<sup>ère</sup> fois que cette détection eût lieu<sup>324</sup>. Le contact avec Chandrayaan-1 a été perdu en août 2009 (suite à un problème de surchauffe interne des senseurs informatiques gérant le système de contrôle de l'altitude rendant la sonde incontrôlable<sup>325</sup>), cependant la sonde a quand-même pu transmettre – en 10 mois - 70.000 images de la surface de la Lune (pour une mission prévue 2 ans à l'origine). Le programme officiel indien pour cette sonde ne mentionne pas la recherche d'hélium<sup>3</sup>, cependant les instruments scientifiques embarqués à bord de « Chandrayaan-1 » avaient des applications liées à l'hélium<sup>3</sup><sup>326</sup>.
- Il est prévu d'envoyer en 2016 ou 2017 une sonde Chandrayaan-2<sup>327</sup> sur la face cachée de la Lune. Elle devrait faire atterrir en surface un module de type LEM qui pourrait embarquer un rover. Le but étant de découvrir des glaces d'eau aux pôles nord et sud de la Lune. Cette mission aurait dû se faire à l'origine en coopération avec la Russie. Tant le lanceur que le lander seront *in fine*

<sup>321</sup> Ibid. M. G. RAUW se réfère à l'article de LASKER John « Race to the Moon for nuclear fuel », Wired.com, 15 décembre 2006 disponible à l'adresse suivante : <http://archive.wired.com/science/space/news/2006/12/72276?currentPage=1> (consultée le 15 décembre 2014) : « Nasa plans to have a permanent moon base by 2024, but America is not the only nation with plans for a moon base. China, India, the European Space Agency, and at least one Russian corporation, Energia, have visions of building manned lunar bases post-2020 ».

<sup>322</sup> « Roscosmos », Russian Federal Space Agency, disponible à l'adresse suivante : <http://www.en.federalspace.ru/> (consultée le 15 novembre 2014). L'agence Roscosmos (crée en 1992 soit juste une année avant la CNSA) a un rang de ministère (ce qui n'est pas le cas de la CNSA), probablement au vu de la taille du secteur à gérer.

<sup>323</sup> L'Esa a fourni trois expériences scientifiques embarquées dans la sonde Chandrayaan 1. Esa (« European Space Agency »), disponible à l'adresse suivante : <http://www.Esa.int/Esa> (consultée le 15 avril 2014).

<sup>324</sup> Le satellite *Lunar Prospector* de la Nasa en 1998 détecta la présence d'eau glacée -probablement suite aux impacts cométaires- dans les régions situées en permanence à l'ombre des rayons solaires. La présence d'eau sera encore détectée en 2009 par la sonde *Deep Impact* puis « LRO » (Lunar Reconnaissance Orbiter) de la Nasa. L'eau en quantité suffisante -ce n'est pas du tout le cas sur la Lune- peut théoriquement être transformée en oxygène. L'eau n'existe que sous forme glacée dans les zones polaires, non exposées au soleil. La quantité de glace existante est inconnue.

<sup>325</sup> ALAM Ameer, « Indian Space Probe "Chandrayaan-1" », Pak Alumni Worldwide - The Global Social Network, 3 décembre 2008, disponible à l'adresse suivante : <http://www.pakalumni.com/profiles/blog/show?id=1119293%3ABlogPost%3A62974> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>326</sup> SMITH D.M., GOODWIN T.W., SCHILLER J.A. : « Challenges to the worldwide supply of helium in the next decade », Air Products and Chemicals Inc, 26 septembre 2003, disponible à l'adresse suivante : [http://www.stratosolar.com/uploads/5/6/7/1/5671050/29\\_challengestoheliumsupply111003.pdf](http://www.stratosolar.com/uploads/5/6/7/1/5671050/29_challengestoheliumsupply111003.pdf) (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>327</sup> « Indian Space Research Organisation (ISRO) », disponible à l'adresse suivante : <http://www.isro.org/> (consultée le 15 novembre 2014).

indien<sup>328</sup>.

- L'Inde est depuis 1958<sup>329</sup> membre fondateur du Comité des Nations unies sur l'utilisation pacifique de l'espace (Copuos). Depuis 1982 l'Inde est signataire de l'Accord régissant les activités des États sur la Lune<sup>330</sup> et les autres corps célestes<sup>331</sup> (1979) (voir les annexes 4 et 5).

Le traité de 1979 est une émanation du traité de 1967 sur l'espace extra-atmosphérique<sup>332</sup>. Le traité dit en substance qu'aucune nation particulière ne détient de droits sur la Lune<sup>333</sup>. Une analyse juridique et éthique de ce traité n'entre pas dans notre propos mais de nombreux travaux existent à ce sujet<sup>334</sup>. L'article 11 du traité -en insistant sur le fait qu'aucun droit de propriété<sup>335</sup> n'est conféré à une quelconque nation ou organisation- définit les buts de ce traité : la gestion rationnelle des ressources lunaires et la répartition équitable de celles-ci (notamment entre les pays ayant contribué à l'exploration de la Lune mais également avec les pays en développement<sup>336</sup>). Selon le traité l'exploitation minière des ressources lunaires est *a priori*

<sup>328</sup> Le *lander* devait être russe à l'origine (suite à l'échec de la mission *Phobos-Grunt* les Russes voulaient augmenter sa taille, ce qui aurait causé un retard, les Indiens ayant alors décidé de créer leur propre *lander*). Voir NANJAPPA Vicky, « *Chandrayaan 2* », 10 janvier 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://vickynanjappa.com/2014/01/10/chandrayaan-2/> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>329</sup> « The United Nations Committee on Peaceful Uses of Outer Space (Cupous) », Embassy of India, disponible à l'adresse suivante : <http://www.indianembassy.at/pages.php?id=68> (consultée le 15 novembre 2014). Le Cupous est à l'origine de l'élaboration des cinq traités Onusiens qui sont la base du droit de l'espace. Voir ci-après la liste des membres du Cupous (la Chine devient membre en 1981) : « United Nations Office for Outer Space Affairs », disponible à l'adresse suivante : <http://www.unoosa.org/oosa/en/members/index.html> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>330</sup> Le traité de 1967 interdit l'utilisation de bases militaires sur la Lune et interdit la revendication de toute forme de souveraineté nationale sur la Lune. Il considère que la Lune "appartient" à toutes les nations en tant que groupe, mais jamais à une seule d'entre elles (cf. cours d'"exploration spatiale" de M. G. RAUW dans le cadre du Master en Sciences Spatiales). Ce traité pose selon moi un problème éthique car la Lune n'appartient à personne... Les experts des Nations Unies déclarent que le statut de Lune revient à un concept légal de *res nullius* qui signifie que personne ne la détient. Un concept analogue régit la haute mer hors zones territoriales ainsi que l'Antarctique.

<sup>331</sup> « Traité et principes des Nations Unies relatifs à l'espace extra-atmosphérique », Nations Unies, New York, 2002, disponible à l'adresse suivante : <http://www.unoosa.org/pdf/publications/STSPACE11F.pdf> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>332</sup> Le traité de 1967 insiste sur la non souveraineté des corps célestes, la Lune n'appartient dès lors à personne. Le traité s'applique aux États mais non aux sociétés privées. C'est un sujet préoccupant pour l'avenir puisque l'émergence de « space cowboys » revendiquant une propriété privée de « chantiers lunaires » n'est pas exclue. Voir cours ULg « Exploration spatiale » de M. G. RAUW dans le cadre du Master en Sciences Spatiales.

<sup>333</sup> Art 11 du traité de 1979 : « La Lune et ses ressources naturelles constituent le patrimoine commun de l'humanité. Ni la surface ni le sous-sol de la Lune, ni une partie quelconque de celle-ci ou les ressources naturelles qui s'y trouvent, ne peuvent devenir la propriété d'États, d'organisations internationales intergouvernementales ou non gouvernementales, d'organisations nationales ou d'entités gouvernementales, ou de personnes physiques. L'installation à la surface ou sous la surface de la Lune de personnel ou de véhicules, matériel, stations, installations ou équipements spatiaux, y compris d'ouvrages reliés à sa surface ou à son sous-sol, ne crée pas de droits de propriété sur la surface ou le sous-sol de la Lune ou sur une partie quelconque de celle-ci ».

<sup>334</sup> LISTNER Michael, « The Moon Treaty: failed international law or waiting in the shadows ? », The Space Review, 24 October 2011, disponible à l'adresse suivante: <http://www.thespacereview.com/article/1954/1> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>335</sup> Les missions américaines *Apollo* et soviétiques *Lunokhod* ont permis de rapatrier sur Terre des roches lunaires leur conférant un droit de propriété sans aucune objection des autres nations ("qui ne dit mot consent") sans se lancer dans la moindre démarche juridique internationale. Le gouvernement US poursuit d'ailleurs quiconque de vol toute personne lui subtilisant des échantillons lunaires. Les agissements des gouvernements américains et soviétiques sont donc contraires à l'esprit du traité. Il n'est donc pas étonnant que ces deux puissances spatiales n'aient ni signé ni ratifié le traité. Deux élus américains ont même déposé un projet de loi visant à annexer aux USA le site d'alunissage en 1969 d'*Appolo 11* ! Voir LAMBERT Maxime, « États-Unis : des élus veulent nationaliser une partie de la Lune pour créer un parc national », Gentside, 18 juillet 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://www.gentside.com/lune/etats-unis-des-elus-veulent-nationaliser'une-partie-de-la-lune-pour-creer-un-parc-national-art52811.html> (consulté le 15 novembre 2014).

<sup>336</sup> L'origine de l'élaboration d'un projet de traité sur la Lune, se trouve également au centre de cette aspiration générale de tous les peuples à bénéficier (et notamment des futures ressources de la lune et des autres corps célestes) d'une façon équitable des richesses mondiales, dans le cadre d'un nouvel ordre économique international. Voir COURTEIX Simone,

interdite (puisque la Lune fait partie du patrimoine commun de l'humanité) mais pourrait être autorisée uniquement si cette exploitation était gérée par un régime international spécialement désigné à cette fin dès que l'état de la technique rendra cette exploitation possible<sup>337</sup>.

Les autres grandes puissances telles que les USA, la Russie et la Chine ne sont pas signataires du traité (seuls 6 pays l'ont signé et ratifié). Parmi les États signataires seuls la France et l'Inde sont des puissances spatiales<sup>338</sup>, voir l'annexe 5). Le traité a été ratifié<sup>339</sup> par 16 pays dont aucune puissance spatiale.

Non seulement les États-Unis ne signent ni ne ratifient le traité mais le 25 novembre 2015 les USA autorisent même la privatisation de l'espace c.-à-d. l'exploitation minière de la Lune et de tout corps célestes par le *Space Act*<sup>340</sup>.

L'exploitation minière de la Lune à des fins énergétiques (en hélium 3<sup>341</sup>) pose un grave problème éthique (sans même parler du coût financier extravagant).

---

<sup>337</sup> « L'accord régissant les activités des Etats sur la lune et les autres corps célestes », dans « Annuaire français de droit international », 1979, volume 25, n° 1, p. 203-222, disponible à l'adresse suivante : [http://www.persee.fr/doc/afdi\\_0066-3085\\_1979\\_num\\_25\\_1\\_2154](http://www.persee.fr/doc/afdi_0066-3085_1979_num_25_1_2154) (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>338</sup> LISTNER Michael, « The Moon Treaty: failed international law or waiting in the shadows? », The Space Review, 24 October 2011, disponible à l'adresse suivante: <http://www.thespacereview.com/article/1954/1> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>339</sup> La France et L'Inde ont signé le traité (démontrant une démarche intentionnelle d'adhésion) mais sans ratification de leurs gouvernements respectifs. De plus sans assentiment de leurs parlements respectifs, il n'a pas force de loi dans ces pays. Voir *ibid*.

<sup>340</sup> La ratification ne provient pas du parlement, à l'inverse de l'assentiment. La ratification est un procédé double : il y a la ratification au sens strict (par un président, un ministre des affaires étrangères, ou tout représentant étatique dûment mandaté), qui lie l'État sur la scène internationale, et l'assentiment qui est, dans une nation démocratique, l'acceptation par le parlement de donner force légale au texte international. Le gouvernement pourrait ratifier un traité qui ne recevra jamais l'assentiment par le parlement, ce qui poserait énormément de difficultés. En Belgique, seule une modification des frontières internationales oblige constitutionnellement le gouvernement d'attendre une loi d'assentiment pour ratifier la convention. Simon, l'ordre est libre. En règle générale, l'assentiment précède la ratification. Aux USA la ratification se fait par le Sénat et non par le gouvernement. Voir cours ULg « Droit international public » - M F. DEHOUSSE (2014-2015).

<sup>341</sup> Le *Space act* autorise l'usage commercial des importantes richesses minières des astéroïdes et de la Lune : « tout matériau trouvé par un Américain ou une entreprise américaine sur le satellite naturel de la Terre ou sur ces corps célestes lui appartiendra ». Le Luxembourg veut aller dans le même sens. Ainsi, les entreprises privées qui s'installeront au Luxembourg pour se lancer dans ce domaine seront assurées « de leurs droits » sur les ressources qu'elles extrairont des astéroïdes. Pour rappel, ni les USA ni la Luxembourg n'ont signé le traité sur la Lune et les autres corps célestes de 1979 (interdisant l'exploitation de ressources minières, voir les annexes 5 et 24). Notons qu'un traité international ne s'applique qu'aux États, cette interdiction ne s'applique donc pas aux personnes privées quand bien même les États-Unis auraient signé le traité sur la Lune. Le gouvernement américain veut pouvoir fonctionner l'eau sur les astéroïdes afin de s'en servir comme carburant pour les voyages futurs interplanétaires. Voir GAZZANE Hayat, « Le projet fou du Luxembourg pour exploiter des mines dans l'espace », Le Figaro.fr, 5 février 2016, disponible à l'adresse suivante : <http://www.lefigaro.fr/conjoncture/2016/02/05/20002-20160205ARTFIG00086-le-projet-fou-du-luxembourg-d-exploitation-de-mines-dans-l-espace.php> (consultée le 28 mars 2016) / Congress.gov, « U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act », 25 novembre 2015, disponible à l'adresse suivante : <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/house-bill/2262> (consultée le 28 mars 2016).

<sup>342</sup> C'est un isotope rare de l'hélium. L'hélium 3 est rare sur Terre et abondant sur la Lune en raison des vents solaires (on estime les réserves à 1 million de tonnes). Il pourrait rendre la fusion nucléaire plus accessible et ouvrir des voies pour la production d'énergie électrique : 20 tonnes suffisent pour assurer la production annuelle d'électricité aux USA. L'exploitation minière de la Lune affecterait sa surface de manière définitive (il faut traiter des millions de tonnes de régolithe pour extraire 1 seule tonne de He-3), ce n'est pas ce que l'on pourrait appeler un projet « éco-responsable ».

Voir cours ULg « Exploration spatiale » de M. G. RAUW dans le cadre du Master en Sciences Spatiales.

De plus toutes considérations morales mises à part, se pose le problème technique du rapatriement sur terre des ressources extraites du sol lunaire (et du coût que cela implique). Notons que les USA, la Russie, la Chine et l'Inde ont aussi manifesté leur intérêt pour l'hélium 3. Tant la Lune que Mars sont de taille nettement moindre que la Terre, le bénéfice énergétique escompté semble surestimé car il serait toujours insuffisant une fois les ressources sur Terre épuisées. Voir MAGAIN Pierre (Faculté des sciences - Master en Sciences Spatiales ULg), « Où sont les extra-terrestres ? », Espace Universitaire de Liège, conférence du 3 avril 2014.

L'humanité a-t-elle le droit moral de changer le paysage de la Lune (surtout si elle est déjà incapable de gérer de manière responsable les ressources naturelles de la planète Terre) ?

L'exploration spatiale est une chose, l'exploitation en est une autre...

Autant exploiter les ressources énergétiques terrestres de manière responsable, ce qui ne nécessiterait aucune exploitation coûteuse et immorale en dehors de la planète.

Avec l'émergence de sociétés privées dans le secteur spatial, la Lune ne peut en aucun cas courir le risque de devenir le Far-Ouest du 21<sup>ème</sup> siècle !

Selon Thierry CHANTRAIN<sup>342</sup>, directeur du Centre spatial de Liège, l'exploitation des ressources énergétiques sur la Lune se fera dès que cela deviendra techniquement possible et financièrement rentable, l'éthique passe largement au second plan (le critère de décision est avant tout économique). L'espace fédère et est donc une source de coopération au niveau scientifique voire philosophique (l'exploration spatiale appartient au domaine du rêve « commun » de l'homme) mais moins au niveau économique et encore moins au niveau militaire (ce qui explique le désir d'autonomie technique de chaque puissance spatiale).

L'avis de T. CHANTRAIN est partagé par Serge GROUARD breveté de l'École supérieure des officiers de réserve spécialistes d'état-major (France) : « Puisque l'espace lunaire recèle a priori des richesses, l'exploitation de celles-ci est une certitude dont seule la date est indéterminée, en conséquence l'espace lunaire deviendrait un enjeu stratégique, la source de richesses qu'il représente conduirait au risque de conflit<sup>343</sup> ».

Le colonel Jean-Luc Lefebvre de l'Armée de l'Air française dit d'ailleurs qu' « il est possible que les Chinois et peut-être les Indiens aillent sur la Lune et pas au nom de l'Humanité toute entière<sup>344</sup> ... »

Selon Alicia VALERO DELGADO, directrice du département d'écologie industrielle et de l'usage efficient des ressources au Centre de Recherche pour les ressources énergétiques et leur consommation<sup>345</sup>, l'utilisation des ressources minérales dans l'espace aura lieu car l'humanité manque de sagesse. Elle confirme le fait que « cette exploitation ne résoudra en rien le problème : ces ressources ne sont pas infinies et tôt ou tard l'homme sera à nouveau à court de ressources vu son incapacité à gérer celles-ci de manière responsable pour l'écosystème. La logique de la nature prévaudra toujours sur la logique du marché, il faut absolument réduire l'extraction de certaines ressources rares et revoir le mode de fonctionnement de la société dans son ensemble ».

### ***Exploration robotique et habitée de la Lune par la Chine***

#### Exploration robotique

Le programme *Chang'e* (déesse de la Lune dans la mythologie chinoise) par l'envoi de satellites et de sondes lunaires prépare l'envoi éventuel d'un taïkonaute sur la Lune.

Ce programme d'exploration robotique se déroule par étapes :

<sup>342</sup> Interview de T. CHANTRAIN, directeur du CSL (3 décembre 2014).

<sup>343</sup> Cependant Serge GROUARD dit aussi que le simple bon sens laisse à penser qu'il sera toujours plus facile de produire sur Terre que sur la Lune. Voir GROUARD Serge, *La guerre en orbite*, Paris, Editions Economica, 1<sup>er</sup> janvier 1994, p. 40.

<sup>344</sup> LEFEBRE Jean-Luc, *Stratégie spatiale. Penser la guerre des étoiles*, une vision française, éd. Esprit du livre, 30 juin 2011, p. 213-228.

<sup>345</sup> VALERO DELGADO Antonio and VALERO DELGADO Alicia, « Thanatia: Earth's Mineral Resources Destiny », CIRCE (Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos, Centre for Energy Resources and Consumption ) - Universidad de Zaragoza (Spain), Club of Rome EU Chapter , conférence du 19 mai 2015, disponible à l'adresse suivante : <http://www.clubofrome.eu/events/article/thanatia-earth-s-mineral-resources> (consultée le 19 mai 2015).

- La première phase a été complétée en 2007 par l'envoi d'un satellite exploratoire, le *Chang'e-1* en orbite autour de la Lune. Un des objectifs qui lui était assignée était la recherche d'un isotope rare de l'hélium -l'hélium 3- qui pourrait avoir des applications dans la production d'énergie (voir ci-dessus).
- Le second satellite d'observation lunaire, le *Chang'e-2* a été lancé le 1<sup>er</sup> octobre 2010. D'une durée de six mois, la mission de *Chang'e-2* était d'améliorer considérablement l'efficacité du trajet et de la mise en orbite de la sonde et doit permettre à la Chine d'explorer considérablement la surface lunaire et de recueillir les informations nécessaires pour l'alunissage futur des capsules *Chang'e-3* et *Chang'e-4*. Placée en orbite à seulement 15 kilomètres de la surface lunaire, la sonde *Chang'e-2* put prendre des photos avec une résolution de 1.5 mètre, alors que la *Chang'e-1* n'avait qu'une résolution de 150 mètres. Ce satellite a capté des images de la baie des arcs-en-ciel, sur la lune, site prévu pour l'alunissage des capsules *Chang'e-3* et *Chang'e-4*.
- La mission *Chang'e-3* a été accomplie avec succès le 14 décembre 2013, elle comprenait l'envoi d'une capsule sur la Lune ainsi que le déploiement à l'extérieur d'un engin téléguidé nommé *Yutu* c.-à-d. « Lapin de jade »<sup>346</sup>. Le projet spatial *Chang'e-3* a coûté plusieurs milliards d'euros<sup>347</sup>. C'est d'ailleurs le premier engin spatial à se poser sur la Lune depuis l'alunissage de la sonde spatiale soviétique Luna 24 qui avait ramené un échantillon de sol lunaire en 1976.
- La troisième phase, prévue pour 2017 avec la mission *Chang'e-4*, vise l'envoi d'un engin sur la Lune, la collecte de débris lunaires et son retour sur terre.

### Exploration habitée

L'envoi du premier taïkonaute sur la lune -programme d'exploration habitée-, l'objectif ultime du programme d'exploration lunaire de la Chine est prévu pour les environs de 2025 (comptons 2026-2030). Mais ceci suppose la création d'un lanceur (Longue Marche 9) qui n'existe pas encore actuellement<sup>348</sup> (voir l'annexe 11).

Il est clair qu'un succès aurait des répercussions considérables en termes d'image. D'autant que les Soviétiques ont échoué dans les années 1960 et que les Américains ont finalement renoncé à faire leur come-back, après l'annulation par Barack OBAMA, pour des raisons financières, du programme Constellation de la Nasa<sup>349</sup> (commencé en 2005) qui prévoyait l'installation de bases lunaires vers la

---

<sup>346</sup> Le "Lapin de Jade" est un véhicule tout-terrain à six roues, bourré d'électronique et pesant environ 120 kilos programmé pour être opérationnel pendant trois mois, durant lesquels il doit se déplacer à une vitesse maximale de 200 mètres par heure. Il est chargé d'effectuer des analyses scientifiques, notamment géologiques. Doté de panneaux solaires pour se fournir en énergie, il doit aussi envoyer vers la Terre des images en trois dimensions de son satellite. L'Esa apporte aujourd'hui son soutien dans l'acquisition des données envoyées par *Chang'e-3* grâce à son réseau mondial de stations, qui permettent un suivi en continu des objets lunaires (voir l'annexe 23). *Yutu* c.-à-d. « Lapin de Jade » a connu quelques soucis dès le 2<sup>ème</sup> jour lunaire, il ne fonctionnerait plus en tant que « rover » aux dernières nouvelles.

<sup>347</sup> AFP, « La sonde spatiale Chang'e-3, avec à son bord le véhicule d'exploration téléguidé "Lapin de Jade" s'est posée sur la Lune », France24.com, 14 décembre 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://www.france24.com/fr/20131214-chine-espace-lune-lapin-jade-sonde-fusee/> (consultée le 15 avril 2014).

Pour procéder à des explorations dans le système solaire on utilise des rovers ou des sondes en orbites si l'on veut ramener des échantillons (roches in situ, particules via les sondes). Pour les observations en dehors du système solaire on utilise les télescopes sur Terre ou dans l'espace . Voir JAVAUX Emmanuelle, « Qu'est-ce qu'une planète ou une lune habitable ? », Société Astronomique de Liège, conférence du 29 mai 2015.

<sup>348</sup> DECOURT Rémy, « La Chine veut un lanceur de 100 tonnes pour aller sur la Lune », Futura-Sciences, 9 mars 2012, disponible à l'adresse suivante : <http://www.futura-sciences.com/magazines/espace/infos/actu/d/astronautique-chine-veut-lanceur-100-tonnes-aller-lune-37277/> (consultée le 15 avril 2014). Les lanceurs chinois emploient des ergols toxiques (péroxide d'azote). Les futurs lanceurs devraient utiliser des ergols écologiquement propres. / Selon M. De Neve la Chine a besoin d'un lanceur de 3.000 tonnes pour envoyer un taïkonaute sur le sol sélène. Voir DE NEVE Alain (chercheur au centre d'études de sécurité et défense), « Les programmes spatiaux russes et chinois : ambitions politiques, contraintes institutionnelles et dimension technologique », Institut Royal Supérieur de Défense, Sécurité et Stratégie n° 117, avril 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.irsd.be/website/images/livres/etudes/vs117.pdf> (consultée le 7 mai 2015).

<sup>349</sup> The International Astronautical Federation, « Nasa Constellation Plan », 64th International Astronautical Congress, Beijing, 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://forum.nasaspacesflight.com/index.php?action=dlattach;topic=8447.0;attach=545818> (consultée le 15 novembre 2014)

fin de la décennie actuelle. En outre, depuis l'arrêt des navettes, les Américains sont dépendants des *Soyouz* russes pour faire voler leurs astronautes...

Pour information, les Européens auraient le projet ambitieux d'envoyer un Homme sur Mars en 2030<sup>350</sup> (mission *Aurora*).

Ce projet d'envoi de taïkonautes sur la Lune est-il réaliste ?

Tout comme les programmes spatiaux similaires d'autres pays, le programme *Shenzhou* a soulevé des questions quant à savoir si la Chine doit dépenser de l'argent dans un programme spatial habité, en faisant valoir que ces ressources seraient mieux dirigées ailleurs<sup>351</sup>. La Chine répond que le programme se justifie pour les raisons suivantes :

- Le destin à long terme de l'humanité réside dans l'exploration de l'espace, la Chine ne doit pas être laissée pour compte ;
- Ce programme va catalyser le développement de la science et de la technologie en Chine ;
- Le prestige résultant de cette capacité va augmenter la stature de la Chine dans le monde.

La Chine a un budget spatial en théorie comparable à celui de l'Inde (1,3 milliards \$ en 2013 mais en réalité estimé entre 1,4 et 2,2 milliards € par an<sup>352</sup>) alors qu'elle désire -outre l'alunissage d'un taïkonaute- créer sa propre station spatiale (et à long terme une base lunaire). La Chine devra très probablement faire des choix<sup>353</sup>.

En effet l'hebdomadaire *Xinmin zhukan* paraissant à *Shanghai* a annoncé l'éventualité d'une réduction substantielle du programme lunaire chinois<sup>354</sup>. Le projet de prélèvement automatique de sol lunaire serait annulé et un vol habité vers la Lune serait reporté à une date indéterminée. Il est encore plus important de noter que la source de l'hebdomadaire fait état d'une certaine correction des projets de développement de l'ensemble de la branche spatiale chinoise. En ce qui concerne la Chine, il n'est pas question de graves problèmes budgétaires qui imposeraient une restriction drastique des programmes de développement scientifique et technique. Par contre, des difficultés liées à la nécessité de synchroniser un grand nombre de projets spatiaux sont possibles :

- La Chine développe simultanément plusieurs fusées de génération nouvelle, plus concrètement les lanceurs Longue marche CZ 5, 6 et 7. Le premier est une fusée lourde capable de mettre en orbite une charge de 25 tonnes, le deuxième est léger et le troisième est un lanceur intermédiaire prévu pour le tir de vaisseaux habités.
- En outre, le consortium chinois de la science et de l'industrie aérospatiale (CASIC : *China Aerospace Science & Industry Corporation*<sup>355</sup>) propose -via le CASC<sup>356</sup>- de nouveaux lanceurs sur la base des missiles balistiques à propellent solide.

<sup>350</sup> MESSINA Piero, « The Aurora Programme, Europe's Framework for Space Exploration », Esa bulletin n° 126, May 2006, disponible à l'adresse suivante : [http://www.Esa.int/Esapub/bulletin/bulletin126/bul126b\\_messina.pdf](http://www.Esa.int/Esapub/bulletin/bulletin126/bul126b_messina.pdf) (consultée le 15 avril 2014).

<sup>351</sup> En effet, deux programmes de vols spatiaux habités antérieurs, l'un au milieu des années 1970 et l'autre dans les années 1980 ont été annulés à cause de leurs coûts importants.

<sup>352</sup> Estimations de Joan Johnson-Freese, de l'Académie navale de guerre des États-Unis. Voir ACUTHAN Jayan Panthamakkada, « Le programme spatial chinois : compétition ou collaboration ? » dans Perspectives chinoises (n° 92), décembre 2005, disponible à l'adresse suivante : <http://perspectiveschinoises.revues.org/931> (consultée le 15 avril 2014). 2,2 milliards USD par an (voire 4 milliards selon certains experts). Voir DE NEVE Alain (chercheur au centre d'études de sécurité et défense), « Les programmes spatiaux russes et chinois : ambitions politiques, contraintes institutionnelles et dimension technologique », Institut Royal Supérieur de Défense, Sécurité et Stratégie n° 117, avril 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.irsd.be/website/images/livres/etudes/vs117.pdf> (consultée le 7 mai 2015).

<sup>353</sup> ou alors disposer du budget conforme à ses ambitions.

<sup>354</sup> KACHINE Vassili, « La Chine pourrait réduire ses programmes spatiaux », Sputniknews.com, 25 décembre 2013, disponible à l'adresse suivante : [http://fr.sputniknews.com/french.ruvr.ru/2013\\_12\\_25/La-Chine-pourrait-reduire-ses-programmes-spatiaux-4767/](http://fr.sputniknews.com/french.ruvr.ru/2013_12_25/La-Chine-pourrait-reduire-ses-programmes-spatiaux-4767/) (consultée le 15 avril 2014).

<sup>355</sup> Ce consortium représente à lui seul 570 instituts et entreprises. Près de 135 000 personnes sont employées par le CASIC (à comparer aux 259 000 personnes employées par le secteur spatial en Inde, voir l'annexe 15). Voir DE NEVE Alain (chercheur au centre d'études de sécurité et défense), « Les programmes spatiaux russes et chinois : ambitions politiques,

- Un site de lancement nouveau est construit sur l'île de Hainan et les sites existants doivent être modernisés.

Dans ce contexte, des réformes possibles de la branche spatiale tiennent évidemment à la volonté des dirigeants chinois de ne pas disperser les efforts du personnel scientifique et technique qualifié entre un trop grand nombre de programmes. En reportant des programmes d'exploration de l'espace lointain, prestigieux mais dénués d'une grande utilité pratique et très compliqués sur le plan technique, la Chine pourra obtenir un plus grand succès dans des domaines plus utiles de l'activité spatiale. Ainsi elle pourrait accélérer la mise au point de nouveaux satellites commerciaux ou militaires, ou bien étendre les expériences dans le cadre des programmes habités.

Mais la compétition technologique avec l'Inde demeure et la Chine ne voudra pas se laisser distancer trop facilement...

Je pense d'ailleurs comme Marco ALIBERTI<sup>357</sup> que si la Chine se lance dans l'exploration humaine du sol sélène elle enverra non pas un mais une taïkonaute sur la Lune pour des raisons symboliques liées à la mythologie chinoise d'une part (voir le chapitre 3.2) et pour des raisons de prestige international d'autre part.

En effet la taïkonaute représentera la fille de la déesse de la Lune *Chang'e* dans le cadre de la continuité historique et restaurant de ce fait la grandeur de la nation<sup>358</sup>. Sur les douze astronautes américains ayant foulé le sol lunaire (ce qui pour rappel n'a jamais été le cas des Russes), aucun n'est une femme, la Chine corrigera cette erreur, ce sera une première mondiale...

## Mars

Pourquoi l'homme s'intéresse-t-il à Mars ?

- Mars est la planète de notre système solaire qui ressemble le plus à la Terre, elle a probablement connu la vie dans le passé (l'eau sous forme liquide -condition préalable à la vie<sup>359</sup>- a probablement existé). Le but principal actuel est de rechercher toute forme de vie fossile<sup>360</sup>. De l'eau existe encore actuellement à l'état de glace<sup>361</sup> et sous forme de pergélisol<sup>362</sup> sous sa surface. En 2015 la Nasa a découvert de l'eau humide sous forme de boue qui s'est solidifiée, ce qui indiquerait la présence d'eau sur Mars et donc l'existence d'une forme de vie dans un passé récent.
- Mars est « facilement » observable puisque sa trajectoire elliptique se rapproche de la Terre tous les 2 ans et est extrêmement favorable tous les 15 ans (Mars est à ce moment précis la moins éloignée de la Terre).

---

contraintes institutionnelles et dimension technologique », Institut Royal Supérieur de Défense, Sécurité et Stratégie n° 117, avril 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.irsd.be/website/images/livres/etudes/vs117.pdf> (consultée le 7 mai 2015).

<sup>356</sup> CASC : *China Aerospace Science & Technology Corporation*. C'est une entreprise étatique en charge de la confection des lanceurs spatiaux ainsi que des missiles (militaires) stratégiques et tactiques. *Ibid.*

<sup>357</sup> ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG editions, July 2015, p. 54.

<sup>358</sup> Si ce projet réussi on ne parlera même plus de la restauration du royaume central mais du royaume céleste. *Ibid.*

<sup>359</sup> Les conditions préalables à la vie sont la présence d'eau liquide, l'existence d'un champ magnétique et la présence d'atmosphère. Aucun de ces paramètres n'existent à présent sur Mars (l'eau gelée existe toujours au pôle sud) mais ont existé dans le passé. Voir JAVAUX EMMANUELLE, « Qu'est-ce qu'une planète ou une lune habitable ? », Société Astronomique de Liège, conférence du 29 mai 2015.

<sup>360</sup> Ou mieux encore: apporter la preuve -via des "bio-reliques"- que la vie a existé et mieux encore, existe toujours sur Mars bloquée en mode "dormant".

<sup>361</sup> L'Esa a lancé sa mission "Mars Express" en coopération avec la Russie, un satellite décollant de Baïkonour via une fusée Soyouz en 2003. La sonde identifia de la glace sur Mars. Les Américains firent de même mais sous la surface de Mars en 2008 via leur mission "Phoenix".

<sup>362</sup> Pergélisol: sous-sol gelé en profondeur.

## *Exploration robotique de Mars par l'Inde*

- Le 5 novembre 2013 l'Inde a envoyé une sonde<sup>363</sup> en direction de la planète rouge. Cet appareil devait observer l'atmosphère de Mars pour y mesurer la présence de méthane, ce qui accréditerait l'hypothèse d'une forme de vie primitive sur cette planète. La sonde est arrivée en orbite en septembre 2014 faisant de l'Inde le premier pays d'Asie à réussir cet exploit au grand dam de la Chine<sup>364</sup>. C'est aussi le 1<sup>er</sup> pays à atteindre seul Mars au premier essai<sup>365</sup>.
- Le coût du projet martien de l'Inde est de 74 millions de dollars, ce qui est 6 à 7 fois inférieur aux projets du même genre réalisés par les anciens du club spatial<sup>366</sup> (5 fois moins cher que la mission européenne « Mars Express » et 10 fois moins cher que la sonde américaine *Maven*)<sup>367</sup>. L'Inde a ainsi rejoint la Russie, les États-Unis et l'Europe dans le club très fermé des puissances «martiennes». Elle devance *in extremis* le Japon et la Chine, dont les uniques tentatives se sont soldées par de cuisants échecs, respectivement en 2003 (abandon de la sonde *Nozomi* après de multiples aléas) et en 2012 (perte du microsatellite *Yinghuo-1* avec la sonde russe *Phobos-Grunt* qui devait l'amener à destination).
- L'ISRO prévoit une autre mission en 2018<sup>368</sup>, une sonde dotée d'une charge utile de matériel scientifique plus grande. Le projet présente d'ailleurs des similitudes avec *Chandrayaan-2* : en effet la sonde dépassera le « simple » rôle d'orbiteur, elle disposera d'un atterrisseur (*lander*) et d'un engin à roue (*rover*). De plus vu le poids de la charge utile le projet dépendra du développement d'un lanceur lourd adapté.

## *Exploration robotique de Mars par la Chine*

- Après l'échec de « Mars 96 » (c'était la sonde russe la mieux équipée jamais réalisée en coopération avec une vingtaine de pays), les Russes voulaient relancer un projet international (Europe – France – Chine). Il s'agissait de la mission *Phobos-Grunt*. Mars dispose de 2 satellites : *Phobos* et *Deimos*. Le projet consistait à rapporter des échantillons de *Phobos*. La sonde comprenait avec elle une sonde chinoise *Yinghuo-1*, laquelle devait se séparer de la sonde-mère *Phobos-Grunt* pour se mettre en orbite elliptique autour de Mars afin de l'observer. La coopération se faisait avec l'Esa chargé de suivre les opérations depuis ses stations au sol. Le CNES aurait

<sup>363</sup> baptisée *Mars Orbiter Mission* (MOM) ou de manière informelle *Mangalyaan* (« vaisseau Martien » en sanskrit). Voir « Indian Space Research Organisation » (ISRO), disponible à l'adresse suivante : <http://www.isro.org/> (consultée le 15 novembre 2014). « Mars Orbiter Mission - Spacecraft & Mission », Spaceflight101.com, disponible à l'adresse suivante : <http://spaceflight101.com/mom/mars-orbiter-mission/> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>364</sup> DECOURT Rémy, « La Chine réagit à l'arrivée de l'Inde autour de Mars », Futura-Sciences, 30 septembre 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.futura-sciences.com/magazines/espace/infos/actu/d/exploration-martienne-chine-reagit-arrieree-inde-autour-mars-55414/> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>365</sup> La mission fut conçue selon le principe indien du *Jugaad* c.-à-d. le « système D » qui consiste à trouver la solution la moins onéreuse possible (ainsi la fusée emportant la sonde étant trop petite pour se diriger directement vers Mars, a tourné autour de la Terre pendant 1 mois afin de prendre assez de vitesse). Voir AFP, « Mars : L'Inde complètement spatiale! », Le Point.fr, 24 septembre 2014, disponible à l'adresse suivante : [http://www.lepoint.fr/astronomie/mars-l-inde-completement-spatiale-24-09-2014-1865977\\_1925.php](http://www.lepoint.fr/astronomie/mars-l-inde-completement-spatiale-24-09-2014-1865977_1925.php) (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>366</sup> « L'Inde et la Chine à la conquête de l'espace », Sputniknews.com (anciennement « la voix de la Russie »), 4 décembre 2013, disponible à l'adresse suivante : [http://fr.sputniknews.com/french.ruvr.ru/2013\\_12\\_04/Linde-et-la-Chine-a-la-conquete-de-lespace-8901/](http://fr.sputniknews.com/french.ruvr.ru/2013_12_04/Linde-et-la-Chine-a-la-conquete-de-lespace-8901/) (consultée le 15 avril 2014).

<sup>367</sup> C'est aussi moins cher que le budget du film américain « Gravity », estimé à 100 millions de dollars, a souligné avec humour le premier ministre indien, Narendra Modi. Voir VEY Christian, « L'Inde place une sonde en orbite autour de Mars », Le Figaro.fr, 24 septembre 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.lefigaro.fr/sciences/2014/09/24/01008-20140924ARTFIG00289-l-indie-place-une-sonde-en-orbite-autour-de-mars.php> (consultée le 15 novembre 2014).

<sup>368</sup> Indo-Asian News Service, « India plans second Mars mission in 2018 », IBN Live, 29 octobre 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.ibnlive.com/news/india/india-plans-second-mars-mission-in-2018-723053.html> (consultée le 15 novembre 2014).

disposé d'une partie des échantillons récoltés sur *Phobos* pour analyse. Malheureusement la mission fut un échec<sup>369</sup>, elle fut lancée en novembre 2011 mais ne put échapper à l'attraction terrestre pour être dirigée vers Mars, elle revint sur Terre de manière non contrôlée en janvier 2012 (alors qu'en cas de succès elle revenait avec des échantillons de *Phobos* en août 2014).

- La Chine s'attelle à la conception d'une sonde martienne pour 2018<sup>370</sup>. Cependant elle poursuit également des recherches pour le développement de sondes vers Vénus, Jupiter et la ceinture d'astéroïdes.
- Pour la future colonisation de Mars une expérience a été tentée en Russie. Il faut 520 jours à une sonde pour arriver sur Mars, y rester 1 mois et revenir sur Terre. L'institut de médecine spatiale russe et l'Esa ont collaboré au projet « Mars 500<sup>371</sup> » afin d'étudier les effets psychologiques d'une absence prolongée de longue durée dans un espace confiné (comment résister à de graves tensions ?). C'est une expérience grandeur nature en Russie initiée en 2009 et permettant d'affiner les critères de sélection des futurs astronautes candidats à la présence sur une base martienne. Le projet « Mars 500 » comporte actuellement comme « cobayes » trois cosmonautes russes, deux astronautes européens (un italien, un français) et un taïkonaute chinois.

Aucune mission habitée vers Mars n'est prévue par la Chine (sachant que la mission habitée vers la Lune n'est qu'à l'état de projet). Aucune ne figure donc dans le livre blanc de 2011.

---

<sup>369</sup> BODNER Matthew, « Russia's Reboot of Mars Mission Is 'Matter of Honor' », The Moscow Times, 13 octobre 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.themoscowtimes.com/business/article/russia-s-reboot-of-mars-mission-is-matter-of-honor/509375.html> (consultée le 10 décembre 2015).

<sup>370</sup> DE NEVE Alain (chercheur au centre d'études de sécurité et défense), « Les programmes spatiaux russes et chinois : ambitions politiques, contraintes institutionnelles et dimension technologique », Institut Royal Supérieur de Défense, Sécurité et Stratégie n° 117, avril 2014, disponible à l'adresse suivante : <http://www.irsd.be/website/images/livres/etudes/vs117.pdf> (consultée le 7 mai 2015). D'ailleurs Barack OBAMA exprima en 2011 son idée de visiter Mars « lorsque le temps sera venu pour l'homme » en concert avec d'autres nations sans en exclure la Chine. Voir EVANS Ben, « A Red flag on a Red Planet - China's Mars ambitions », AmericaSpace, 15 October 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://www.americaspace.com/?p=43535> (consultée le 29 septembre 2015).

<sup>371</sup> Voir « Mars 500 Project : Simulation of a manned flight to Mars », IMBP, disponible à l'adresse suivante : <http://mars500.imbp.ru/en/about.html> , (consultée le 10 décembre 2015) / AMMAR-ISRAËL Arlène et FELLOUS Jean-Louis, *L'exploration spatiale - au carrefour entre la science et la politique*, CNRS éd. 2011, p. 221.

## Annexe 25 : Voyages habités et station spatiale

« La Terre est le berceau de l'Humanité, mais peut-on passer toute sa vie dans son berceau » ?

Constantin TSIOLKOVSKI (nom aussi donné à un cratère lunaire) - Père de l'astronautique moderne († 1935)

Il n'existe à ce jour que trois bases spatiales destinées au lancement d'astronautes : le cosmodrome de Baïkonour au Kazakhstan utilisé par la Russie, Cap Kennedy aux USA et la base militaire de Jiuquan en Chine. Actuellement seules la Russie et la Chine disposent des moyens pour envoyer un Homme dans l'espace et de le ramener sur Terre.

### Voyages habités

#### L'Inde

- Ne pouvant envoyer seule un Homme dans l'espace, l'Inde profite du programme de coopération internationale soviétique Intercosmos. Ainsi le premier astronaute indien Rakesh SHARMA, un pilote de l'Armée de l'air, séjournait 11 jours à bord de la station spatiale *Saliout 7* en avril 1984.
- Dès 2012 l'ISRO a initié les études préliminaires pour déterminer les aspects techniques et de gestion du vol spatial habité. De toute façon la fusée nécessaire à l'envoi d'un Homme dans l'espace (GSLV-Mark III) doit encore être développée, c'est pourquoi les propositions de l'ISRO dans le cadre du vol spatial habité n'ont pas été approuvées par le gouvernement indien<sup>372</sup>.
- Fin mars 2012 se développent des projets de recherche et développement sur des technologies critiques pour le vol spatial habité auquel l'ISRO consacre environ 1% de son budget. Le vol spatial habité n'est clairement pas la priorité du programme spatial indien, ce qui explique les limitations budgétaires. Le programme satellitaire scientifique a la priorité.

#### La Chine

- Le programme spatial habité actuel a été lancé le 1er avril 1992 et la conception débuta le 1er janvier 1993 selon un plan découpé en 3 parties et s'étalant sur deux décennies :
  - La Phase 1, durant laquelle seraient lancés deux vols inhabités puis enfin le premier vol habité chinois en 2002.
  - La Phase 2, commençant en 2007 et composée de plusieurs vols destinés à tester la technologie de rendez-vous et d'amarrage en orbite ainsi que l'opération d'un laboratoire spatial léger.
  - La Phase 3, représentant la mise en orbite d'une station spatiale de 20 tonnes qui devrait avoir lieu durant la période 2010-2015. La Chine prévoit pour cette station (« CSS » : *Chinese Space Station*<sup>373</sup>) une durée opérationnelle de 10 ans.
- Le programme *Shenzhou* (*Shenzhou* veut dire « vaisseau divin » en chinois<sup>374</sup>) est le programme de vol spatial habité de la République populaire de Chine. Les missions du programme utilisent le vaisseau spatial *Shenzhou* développé avec l'aide de la Russie<sup>375</sup> -lequel présente de grandes

<sup>372</sup> ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG editions, July 2015, p. 330.

<sup>373</sup> Voir à ce sujet l'annexe 25 sur la station spatiale.

<sup>374</sup> Ce nom aurait été choisi par le Président de l'époque, Jiang ZEMIN.

<sup>375</sup> En 1994, la Russie a vendu diverses technologies aéronautiques et spatiales au gouvernement chinois et, en 1995, un accord a été signé entre les deux pays pour le transfert de technologie du vaisseau spatial russe *Soyouz* vers la Chine. Dans cet accord étaient inclus la formation des futurs cosmonautes, la fourniture de capsules *Soyouz*, les systèmes de support de vie, les systèmes d'amarrage ainsi que les combinaisons spatiales. En 1996, deux taïkonautes chinois, Wu Jie et Li Qinglong commencèrent leur formation au Centre d'entraînement des cosmonautes « Youri Gagarine » en Russie. Une fois cette formation achevée, les deux hommes retournèrent en Chine et commencèrent à former d'autres astronautes chinois à Beijing et au Centre spatial de Jiuquan. Le vaisseau *Shenzhou* développé pour le programme spatial chinois est au niveau de

similarités avec le vaisseau *Soyouz*- ainsi que le lanceur « Longue Marche 2F » qui est tiré depuis le Centre spatial de Jiuquan. Le projet est lancé en 1992 et aboutira aux résultats suivants :

- Le premier vol d'un taïkonaute a lieu le 15 octobre 2003 (mission *Shenzhou 5*) après quatre vols sans équipage<sup>376</sup> destinés à qualifier le vaisseau qui se sont déroulés entre 1999 et 2002.
- Dans le cadre de la mission *Shenzhou 7*, l'astronaute Zhai ZHIGANG a réalisé la première sortie extravéhiculaire d'un Chinois dans l'espace le 27 septembre 2008.
- Le 16 juin 2012, dans le cadre de la mission *Shenzhou 9*, Liu YANG devint la première taïkonaute (en chinois taïkonaute de *tai kong* (太空), signifiant « espace ») chinoise à aller dans l'espace et réalisa durant ce vol un amarrage manuel à la station spatiale *Tiangong 1*.

Capsule *Shenzhou* (mission *Shenzhou 9* en juin 2012) :



---

sa structure très proche du vaisseau russe *Soyouz* (acheté par la Chine en 1990). Comme celui-ci il peut transporter trois passagers et comporte trois modules (module de service, de descente et orbital). Par rapport à *Soyouz*, le vaisseau *Shenzhou* est légèrement plus grand et le module orbital dans la version utilisée pour les premiers vols est équipé de panneaux solaires de 12 m<sup>2</sup>, ce qui le rend autonome. Est-ce une copie du *Soyouz*? "Non, ce n'est pas le cas", rétorque l'ingénieur d'espace Andrew LEPAGE, un consultant indépendant. "Tous les systèmes vitaux et la plupart des matériels sont conçus par les Chinois". La plupart des experts indépendants sont d'accord ainsi que les rapports parvenus ultérieurement. Apparemment, les Chinois se sont procurés un *Soyouz* en état de marche pour l'étudier, mais le prix demandé par les Russes était tellement élevé que l'affaire n'a jamais pu être concrétisée. La capsule qu'ils ont finalement reçue était dépouillée de tout équipement spatial.

<sup>376</sup> Apparemment aucun lancement avec un animal n'aurait eu lieu sous forme de test préalable à un vol habité (comme ce fut le cas pour la chienne russe Laïka ou les singes américains). Cette réussite se fit au grand dam des européens ayant l'objectif politique par leur programme « Hermès » de devancer toute puissance émergente dans la course aux vols habités, ce fut un véritable camouflet.



- Après la mission *Shenzou 10* clôturée le 26 juin 2013<sup>377</sup> (mission de 12 jours avec arrimage au module orbital *Tiangong-1* : une étape importante dans la mise en place des différents modules de la future station), l'agence spatiale chinoise a prouvé sa capacité à maîtriser le rendez-vous orbital, le transfert de fret et d'Hommes dans l'espace, ainsi que le fait de vivre et travailler en apesanteur.
- Contrairement aux autres domaines spatiaux comme l'astrophysique ou l'observation de la Terre, le programme spatial chinois est contrôlé par l'armée<sup>378</sup>. Cependant on aurait tort de croire que les militaires tirent les ficelles. En fait dixit M<sup>me</sup> Sourbès-Verger (chercheuse au CNRS), ils ont une place singulière. Historiquement, le programme spatial était sous leur tutelle pour le protéger des effets de la Révolution culturelle<sup>379</sup> (comme d'ailleurs mentionné au chapitre 4.3). Même si les taïkonautes sont tous des pilotes de l'armée de l'air<sup>380</sup>, le pays s'ouvre à l'étranger de par la commercialisation de lancement de satellites de télécommunications à des pays comme le Nigéria ou le Venezuela.

Après un projet avorté en 1970 et après s'être tournée vers les États-Unis et la Russie dans les années 80, la Chine se résout seule à lancer son propre programme spatial en 1992.

**La Chine est devenue en 2003 avec le programme *Shenzhou* la troisième puissance spatiale après**

<sup>377</sup> Voir DECOURT Rémy, « Retour sur terre des 3 taïkonautes de Shenzou-10 », Futura-Sciences, 27 juin 2013, disponible à l'adresse <http://www.futura-sciences.com/magazines/espace/infos/actu/d/astronautique-retour-terre-trois-taikonautes-shenzhou-10-47391/> (consultée le 15 avril 2014) / WILKS Jeremy, « Les Chinois sur la lune : dans les pas des grandes nations spatiales », Euronews, 18 décembre 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://fr.euronews.com/2013/12/18/les-chinois-sur-la-lune-dans-les-pas-des-grandes-nations-spatiales/> (consultée le 15 avril 2014).

<sup>378</sup> AFP, « La Chine dévoile un ambitieux programme spatial », Le Monde.fr, 30 décembre 2011, disponible à l'adresse suivante : [http://www.lemonde.fr/asie-pacifique/article/2011/12/30/la-chine-devoile-un-ambitieux-programme-spatial\\_1624371\\_3216.html](http://www.lemonde.fr/asie-pacifique/article/2011/12/30/la-chine-devoile-un-ambitieux-programme-spatial_1624371_3216.html) (consulté le 15 avril 2014).

<sup>379</sup> Voir BOREL Denis et SOURBÈS-VERGER Isabelle, *Un empire très céleste : La Chine à la conquête de l'espace*, éd. Dunod, 2008, p. 29. / « Les chinois sont en quête de reconnaissance spatiale », L'Express.fr, 24 septembre 2008, disponible à l'adresse suivante : [http://www.lexpress.fr/actualite/sciences/les-chinois-sont-en-quete-de-reconnaissance-spatiale\\_574839.html](http://www.lexpress.fr/actualite/sciences/les-chinois-sont-en-quete-de-reconnaissance-spatiale_574839.html) (consultée le 15 avril 2014).

<sup>380</sup> Cela a été le cas aussi des programmes américains et soviétiques au même stade d'avancement. Par exemple, sur les douze astronautes qui ont marché sur la Lune, un seul était scientifique, les autres étaient tous d'anciens pilotes de l'armée de l'air américaine, passés à la Nasa parce qu'ils avaient fait leurs preuves notamment comme pilotes d'essai.

la Russie et les États-Unis à lancer un Homme dans l'espace par ses propres moyens. En 2011 le vaisseau spatial *Tiangong 1*, un embryon de station spatiale, a été mis en orbite. Il a depuis lors reçu la visite des équipages *Shenzou 8, 9 et 10*. À moyen terme la Chine prévoit de lancer une station spatiale de grande taille.

Pourquoi continuer à aller dans cette voie malgré les coûts ?

Pour des raisons scientifiques & militaires, économiques et politiques (prestige international).

## Station spatiale

Ce sujet concerne prioritairement la Chine, laquelle construit une station propre (ne pouvant travailler au sein de l'ISS suite au refus américain<sup>381</sup>). L'Inde n'a pas pour intention de créer une station spatiale et ne collabore pas au sein de l'ISS mais n'en n'est pas *a priori* exclue à l'inverse de la Chine.

### L'Inde

L'Inde ne coopère pas avec l'ISS non pas par manque de désir de le faire mais suite à ses propres restrictions budgétaires. La Russie pourrait en théorie décider de vendre un de ses sièges à l'Inde<sup>382</sup>. Le centre de formation d'astronautes à Bangalore est en cours de création et l'accord conclu entre l'Inde et la Russie en 2013 concernant l'envoi d'un astronaute Indien à bord de *Soyouz* n'a pas pu être honoré déjà pour des raisons d'ordre budgétaire.

De plus dans le choix des astronautes, les puissances spatiales privilégier les pays qui ont financièrement contribué au développement de la station spatiale. Pour une puissance spatiale, se voir perdre un siège au profit d'une nation qui n'a pas contribué au moins de manière égale, est inacceptable. A moins de voir un gros investissement indien, la probabilité de présence de l'ISRO à bord de l'ISS semble réduite. Comme la durée de vie de l'ISS semble se limiter à 2028<sup>383</sup>, la contribution indienne devrait être rapide à moins qu'elle n'envisage de créer sa propre station mais là encore le problème budgétaire se pose. Cependant la conclusion d'un accord de coopération entre l'ISRO et les nations spatiales contribuant à l'ISS semble réaliste.

De plus la participation à l'ISS pour un pays membre donc *a fortiori* pour un pays candidat résulte également d'un calcul de retour sur investissements (le retour étant constitué de contrats octroyés aux industries nationales dans le cadre de l'ISS<sup>384</sup>). On peut supposer que l'Inde a déjà fait ce calcul.

### La Chine

La Chine a douloureusement vécu la non-participation à des vols habités américains ou russes. Ce

<sup>381</sup> Le refus américain est principalement lié à la non volonté de transfert de technologie. Le traité international créant l'ISS ne prévoit d'ailleurs pas d'articles liés à l'extension de celui-ci à de nouveaux membres. Les articles 6 (transfert de propriété) et 9 (droit d'usage) prévoient l'impossibilité de travailler avec des pays non partenaires sans notification et consensus préalable auprès des pays partenaires. Voir « Space Station Treaty », US Department of State, 29 janvier 1998, disponible à l'adresse suivante: <http://www.state.gov/documents/organization/107683.pdf> (consultée le 15 janvier 2015).

<sup>382</sup> La Russie et les USA ont chacun 3 places disponibles à bord de l'ISS. Voir FROST Robert, « Why doesn't India have any involvement in the ISS ? », Quora.com, 12 April 2014, disponible à l'adresse suivante : <https://www.quora.com/Why-doesnt-India-have-any-involvement-on-the-ISS-despite-ISRO-being-one-of-the-top-space-agencies> (consultée le 22 mai 2015).

<sup>383</sup> MORROW Skip, « Can India come up with their own space station or will ISRO join ISS as a new partner ? », Quora.com, 22 November 2013, disponible à l'adresse suivante : <https://www.quora.com/Can-India-come-up-with-their-own-space-station-or-will-ISRO-join-international-space-station-as-a-new-partner> (consultée le 15 juin 2015).

<sup>384</sup> A titre d'exemple la France faisant ce calcul a décidé en 2014 d'investir moins dans l'ISS car son retour sur investissement n'a pas été jugé suffisant. Voir AL-EKABI Cenan, « Space Policies, Issues and Trends in 2012-2014 », ESPI (European Space Policy Institute) Report 49, November 2014, disponible à l'adresse suivante : [http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI\\_Report\\_49.pdf](http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/ESPI_Report_49.pdf) (consultée le 12 août 2015).

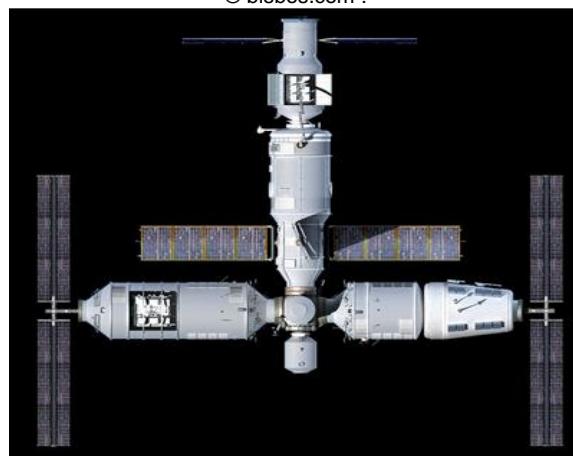
qui fut à la base du programme *Shenzhou* (vol habité indépendant). Ce sentiment d'exclusion fut à nouveau vécu après l'impossibilité de se joindre à l'ISS à la suite du véto américain<sup>385</sup>. Ce qui fut à la base du projet de station spatiale chinoise. Une deuxième raison pour ce projet est liée à la nécessité de dépasser les grandes premières américaines et soviétiques d'autan, ainsi les Chinois veulent réaliser cette station rapidement et à moindre frais.

Maintenant que la Chine maîtrise les vols habités et qu'elle sait vivre et travailler dans l'espace, la suite logique des programmes *Shenzhou* et *Tiangong* est le développement et l'exploitation d'une grande station spatiale.

La Chine prépare sa future station spatiale. Le module *Tiangong-1*, en orbite depuis 2011, sera bientôt remplacé par un module amélioré de plus grande dimension. Avec cette station, la Chine veut prendre la relève de la Station spatiale internationale (ISS)<sup>386</sup>. Elle a d'ores et déjà invité à prendre part à son projet les partenaires de l'ISS qui, en principe, doit être désorbitée d'ici à 2025. Cependant, l'avenir de la Station spatiale internationale est incertain. Si dans les faits elle devrait être abandonnée dès le début des années 2020, la Russie et certains partenaires souhaitent prolonger son exploitation jusqu'à la fin de la décennie. On comprend qu'après avoir dépensé des milliards de dollars et consacré plus de dix ans à son assemblage, on veuille l'exploiter aussi longtemps que possible. Et comment justifier le financement par la Nasa d'un service privé de transport spatial habité, s'il se trouve sans destination quelques années après son entrée en service prévue en 2017 ? Il y a fort à parier que les deux stations cohabiteront un certain nombre d'années.

Vue d'artiste de la future station spatiale chinoise. Horizontalement, la station est longue de 35 à 40 mètres (soit plus ou moins la même taille que l'ISS). En bas à gauche, le laboratoire avec un instrument d'observation du ciel ou de la Terre. Le module central, auquel est amarré un véhicule de transfert, abrite le carré de l'équipage.

© bisbos.com :



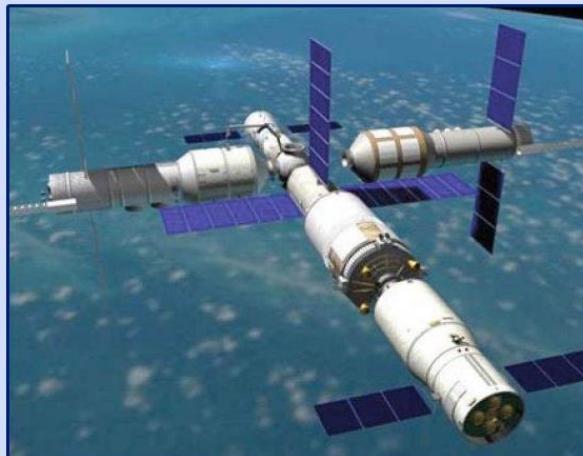
- Depuis son lancement en 2011, *Tiangong-1* a reçu la visite des missions *Shenzhou-8*, 9 et 10. *Tiangong-1* sera désorbité à une date qui n'a pas été rendue publique.
- La Chine poursuit sa marche en avant avec le développement et la construction d'une version améliorée et agrandie du module orbital *Tiangong-1*. Ce futur module, *Tiangong-2* (aussi désigné *Space Lab*), aux fonctionnalités plus avancées, sera développé en tenant compte du retour d'expérience des équipages qui auront séjourné à bord de ce premier module orbital. Il sera lancé en 2015 et, par rapport à *Tiangong-1*, se différenciera par un aménagement intérieur bien mieux adapté aux séjours de longue durée. Les équipements scientifiques seront plus nombreux, et on s'attend à ce que le confort des taïkonautes, s'il n'atteint pas les standards occidentaux, soit bien moins spartiate que celui offert par *Tiangong-1*.

<sup>385</sup> Les projets lunaires et martiens sont bien plus complexes et bien plus coûteux. Voir BOREL Denis et SOURBÈS-VERGER Isabelle, *Un empire très céleste : La Chine à la conquête de l'espace*, éd. Dunod, 2008, p. 149.

<sup>386</sup> DECOURT Rémy, « La chine présente son projet de station spatiale à l'horizon 2020 », Futura-Sciences, 25 novembre 2013, disponible à l'adresse suivante : <http://www.futura-sciences.com/magazines/espace/infos/actu/d/astronautique-chine-presente-son-projet-station-spatiale-horizon-2020-50278/> (consultée le 15 avril 2014).

- Le lancement du premier module orbital *Tiangong-3* est prévu en 2018<sup>387</sup>. Il sera suivi des autres en 2020 et 2022. À partir de cette date, elle fonctionnera pendant dix ans, ou plus si nécessaire.

Le lancement du premier module orbital *Tiangong-3* est prévu en 2018 :



Tiangong-3, que les experts occidentaux comparent à un Saliout russe, constituerait le bloc de base de la future station spatiale chinoise. © CNSA

- Cette station sera occupée en permanence par un équipage de trois personnes avec des rotations tous les six mois. Elle sera ravitaillée par de grands cargos spatiaux capables de transporter de six à sept tonnes de fret.
- Le programme scientifique qui sera mené à bord est déjà connu. Il concerne les biotechnologies, la fabrication de matériaux, la recherche médicale et les effets de la gravité sur l'organisme humain.

En juin 2013 la Chine déclare qu'elle ouvrira les portes de sa station spatiale à tous les pays intéressés et particulièrement aux pays en développement<sup>388</sup>. Cette annonce avait déjà été faite à l'Onu en 2010 ce qui fait de la Chine la seule nation émergente à avoir fait unilatéralement une telle offre aux pays en développement au sein de l'Unoosa<sup>389</sup>. Le but étant d'offrir un accès plus démocratique à l'espace que ne le fait les États-Unis par exemple... (son attitude étant jugée par la Chine comme « monopolistique »). Que cette proposition soit sincère ou non c'est un beau « coup marketing » en tous cas !

Dans le livre blanc de 2011 la Chine mentionne clairement l'ouverture de sa station spatiale aux autres pays dans les domaines suivants :

- Expérimentation scientifique conjointe ;
- Adjonction de futurs modules construits par d'autres nations, ce qui implique l'adaptation des systèmes d'amarrage. C'est évidemment une ouverture politique envers les autres puissances spatiales (coopération internationale) mais c'est aussi le fruit du bon sens le plus élémentaire pour des raisons de sécurité (les taïkonautes pouvant ainsi compter sur l'aide d'astronautes d'autres nations s'il advenait une catastrophe dans l'espace)

Cette volonté d'ouverture est-elle sincère ? Je l'espère, au bénéfice de la communauté scientifique internationale et l'humanité toute entière.

<sup>387</sup> Ibid. Pour propulser *Tiangong-3* dans l'espace l'utilisation du lanceur Longue Marche 7 sera requise.

<sup>388</sup> ALIBERTI Marco, *When China goes to the Moon*, ESPI (European Space Policy Institute), « Studies in Space Policy » collection, Springer International Publishing AG editions, July 2015, p. 245.

<sup>389</sup> United Nations Office for Outer Space Affairs / Bureau des Affaires Spatiales des Nations Unies : une organisation de l'Onu chargée des affaires spatiales. L'Unoosa est le secrétariat chargé d'assister le Copous (Committee on the Peaceful Uses of Outer Space / Comité des Nations unies pour l'utilisation pacifique de l'espace extra-atmosphérique). Voir « The United Nations Committee on Peaceful Uses of Outer Space (Copous) », Embassy of India, disponible à l'adresse suivante: <http://www.indianembassy.at/pages.php?id=68> (consultée le 15 novembre 2014).

## Annexe 26 : Approche résumée des théories des relations internationales

Il existe quatre grandes écoles<sup>390</sup>.

### 1. Les réalistes - Approche réaliste (pragmatisme) - Approche stato-centrée:

- a) Classique (y compris symbolique) (Morgenthau, Aron, MACHIAVEL): les relations internationales sont d'abord une « anarchie internationale » mettant aux prises une multiplicité d'États indépendants et souverains ne reconnaissant aucune autorité politique supérieure à eux et régulant *in fine* leurs relations par la guerre<sup>391</sup>. c'est une vision stato-centrée où les États sont souverains et juridiquement indépendants dans le cadre du « *Balance of power* », dès lors la recherche de puissance prévaut. Le manque de confiance entre les États implique qu'ils doivent augmenter leur propre puissance pour assurer leur défense et leur propre survie face à d'autres États potentiellement hostiles et plus puissants. Les réalistes croient que les États sont agressifs (de façon offensive ou défensive) et que l'expansion territoriale ne peut être contenue que par la menace de la force. Les États ont des relations symétriques. Le monde vit en situation de conflit où de rares collaborations peuvent survenir. Ce fut l'approche généralement retenue pendant la guerre froide. Dans cette approche l'individu n'a pas voix au chapitre, il n'agit qu'au travers des États.

Les réalistes se réclament d'une tradition historique qui remonte à THUCYDIDE, MACHIAVEL ou encore HOBBES mais elle incorpore également des acteurs qui ont marqué l'histoire moderne du monde tels que RICHELIEU, TALLEYRAND, METTERNICH, CLAUSEWITZ ou encore BISMARCK<sup>392</sup>. En effet, déjà pendant l'antiquité (V<sup>e</sup> siècle avant J-C), THUCYDIDE, dans « L'histoire de la guerre du Péloponnèse », perçoit les États en fonction du pouvoir et des rapports de force qu'ils entretiennent entre eux. Selon lui, les acteurs du système international sont rationnels et agissent en fonction de la puissance, qu'ils cherchent à défendre ou maximiser. Néanmoins, les deux philosophes les plus souvent considérés comme fondateurs du réalisme demeurent l'italien MACHIAVEL (1469-1527) et le britannique Thomas HOBBES (1588-1679). L'un exposera sa vision des relations internationales dans son opuscule « Le Prince » en 1513 tandis que l'autre approfondira la pensée de MACHIAVEL un siècle et demi plus tard, en 1651, dans « Le Léviathan ». Dans cet ouvrage, Thomas HOBBES se penche sur les origines belliqueuses des États et des êtres humains. Selon MACHIAVEL et HOBBES, c'est la loi de la jungle qui régit les rapports interétatiques, le plus fort imposant sa volonté aux autres. Les hommes sont animés par un instinct inné de puissance et de domination qui les pousse à la compétition pour l'acquisition de richesses, de pouvoir ou encore de prestige. Cette compétition entre les États se caractérise par la victoire de ceux qui possèdent des ressources supérieures aux autres. En effet, les États sont inégaux car certains sont plus avantageux que d'autres par la distribution naturelle des ressources géographiques, économiques, démographiques ou encore, mieux à même d'utiliser la force et la diplomatie que d'autres. Ainsi, les États sont animés d'une volonté de puissance qui les incite constamment à rivaliser. Par ailleurs, HOBBES ajoute également qu'il n'existe pas de contrat social possible au sein de la société internationale, et que

<sup>390</sup> Ce résumé simplifié s'appuie sur les cours suivants : « Théories des relations internationales » de M. Jean-Christophe GRAZ (Université de Lausanne UNIL 2011), « Théories des relations internationales » de M. S. SANTANDER (ULg 2014-2015), « Géopolitique et relations internationales » de M. O. DUPONT (Haute Ecole de la province de Namur 2014-2015). Ce résumé s'appuie aussi sur les trois interviews suivants : M. Tanguy de WILDE d' ESTMAEL, Président de l'Ecole des sciences politiques et sociales de l'UCL (17 octobre 2015) / M. Tanguy STRUYE de SWIELANDE - Professeur à l'UCL : « Géopolitique des puissances émergentes » et « Théorie des relations internationales » (5 février 2016) / M. Bruno HELLENDORFF - Chercheur au GRIP, spécialiste de la politique de sécurité et de défense de la Chine (6 février 2016).

<sup>391</sup> BATTISTELLA Dario, *Théories des relations internationales*, 5<sup>e</sup> édition mise à jour, Presses de la Fondation Nationale des Sciences Politiques, juillet 2015, p. 53.

<sup>392</sup> *Ibid.* p. 75.

contrairement à la société nationale, celle-ci est condamnée à demeurer anarchique et caractérisée par la méfiance et la force plutôt que la confiance et le droit.

Plusieurs postulats forment le socle du réalisme : (1) l'État-nation comme acteur central, (2) l'anarchie (c'est-à-dire l'absence d'autorité centrale et suprême dans le système international), (3) l'objectif de puissance (défensive et/ou offensive) et de sécurité et (4) l'équilibre de puissance (« *Balance of power* » comme garant de stabilité à l'échelle internationale).

L'équilibre de puissance est le seul mode de régulation susceptible d'assurer non pas la paix, mais un ordre et une stabilité internationaux forcément précaires. Les États font donc des calculs à court terme : le bénéfice immédiat et leur propre survie. L'équilibre de la puissance est un comportement collectif produit par la structure anarchique du système, et moins une volonté propre aux États. De ce fait, les États ne cherchent pas nécessairement à maximiser leur puissance. De ces principes fondamentaux découlent quatre conséquences<sup>393</sup> pouvant être résumées comme suit :

1. Lorsque la politique extérieure ne parvient pas à atteindre l'intérêt national par la voie pacifique, le recours à la guerre est légitime, et celle-ci ne peut être jugée en vertu de critères éthiques ou moraux applicables aux comportements individuels.
2. Il existe bien des organisations interétatiques ou des « entités non étatiques » mais celles-ci ne sont pas autonomes et dépendent de l'État dans leurs actions. Leur rôle est donc marginal.
3. La politique est divisée en *high politics* (politique étrangère, question de sécurité) et *low politics* (politique intérieure). La politique étrangère doit primer. La politique interne ne doit pas influencer la politique étrangère. Par exemple, l'opinion de la population ne doit pas être prise en compte pour mener à bien la politique étrangère d'un État.
4. L'effectivité des institutions internationales dépend de la correspondance de leurs intérêts avec ceux des États hégémoniques qui dirigent de facto ces institutions.

Selon les réalistes la coopération entre États- Nations est très difficile pour plusieurs raisons. Premièrement, la question de la confiance est centrale. Les États agissent avec prudence car tout acte contraire aux alliances en place reste impuni dans le système international. Deuxièmement, les États calculent en permanence leur intérêt « couts/bénéfices », ce qui crée au fur et à mesure une divergence entre eux. Enfin, les États anticipent le conflit tôt ou tard. Dans cette optique, les États puissants tentent de maintenir l'ordre dans le système. Mais en situation de déséquilibre de la puissance, ceux-ci n'hésitent pas à intervenir militairement. Dès lors, la guerre et la menace de guerre dominent les relations internationales et sont toujours à l'horizon des décisions stratégiques et politiques. C'est une vision pessimiste des relations internationales dans laquelle les États entrent forcément en guerre tôt ou tard, à cause de l'anarchie du système international et de la quête de puissance des États pour assurer leur survie.

En Chine au IVe et au IIIe siècles avant J.C., les références au courant réaliste se font au travers des « Cent Écoles » dans le cadre des « Royaumes combattants ». Shang TZI « met en exergue l'importance de la guerre pour l'éducation et la cohésion d'un peuple ». Han Fei-TZI de l'école « légaliste », souligne l'importance de « la défense de l'ordre interne comme préalable de la victoire externe dans un contexte théorique où la guerre est considérée comme inévitable ». Mo ZI souligne le « pacifisme pragmatique et utilitariste, accompagné de la condamnation de la guerre d'agression des grands États contre les petits ».

- b) Néoréalisme (réalisme structurel) (Kenneth WALTZ 1979): certes l'État prévaut mais on ne nie pas l'impact des acteurs internationaux. Dès lors la recherche de sécurité prévaut par des moyens militaires propres ou via des alliances militaires. L'État demeure le référent majeur, ce dernier ne peut être ni dépassé en influence ni en puissance. Kenneth WALTZ concilie

<sup>393</sup> *Ibid.* p. 125.

l'approche réaliste avec le systémisme. En effet le néo-réalisme est une approche systémique (car le système international joue un rôle majeur dans le comportement des États) où l'individu regroupé en associations/organismes à l'échelon international, peut jouer un rôle distinct des États, lesquels seront toujours les acteurs clés du système. Selon le sociologue américain Talcott PARSONS le système des sociétés modernes comprend toujours quatre fonctions<sup>394</sup> : la défense du système en place, le maintien de cohésion sociale, l'adaptation du système aux contraintes/influences extérieures et la capacité de réaliser des objectifs de groupes internes au système (par exemple l'équilibre des puissances). Les affaires internationales sont conduites par la puissance et l'équilibre de puissance reste le facteur de stabilité dudit système.

Les néo-réalistes se situent dans le prolongement des réalistes mais critiquent la vision historicisante des relations internationales et proposent une rénovation de la pensée réaliste en développant une théorie systématique générale, avec des lois, et d'où on peut déduire le comportement des États. Kenneth WALTZ est l'auteur-clé du néo-réalisme. Ce dernier, dans *Theory of international politics*<sup>395</sup> cherche à systématiser les concepts, notamment celui de « système ». En effet, c'est au niveau du système que la politique internationale s'analyse et tout découle des contraintes structurelles systémiques qui s'exercent sur les unités du système. C'est la structure internationale qui incite les acteurs à adopter certains comportements et qui en sanctionne d'autres. Chez WALTZ, la définition de la puissance est également plus large que celle des réalistes classiques car elle comprend non seulement les stratégies militaires et diplomatiques, mais aussi les stratégies économiques.

Les néo-réalistes vont développer le concept de puissance régionale. Les réalistes suggèrent que dans l'intérêt général de ses citoyens, la puissance est le but ultime de l'État. S'ils mettent surtout en avant la puissance militaire de l'État, les néoréalistes remarquent qu'elle peut être toute autre : économique, culturelle, idéologique... Lorsque la nature de la puissance est idéologique, l'État « puissant » tente de persuader les autres États d'adopter son idéologie. On peut y faire un lien avec le concept de *soft power* ainsi qu'avec le concept de « *puissance hégémonique* ». Le premier est « la capacité d'attraction d'un État, les éléments qui rendent le pays séduisant. Cette capacité suppose le rayonnement du modèle politique, technologique, culturel de l'État en question »<sup>396</sup>. Le second traduit une volonté de diriger, d'influer sur la direction prise par le système international.

En combinant les termes « puissance » et « régionale », on fait référence à un État, qui dans une approche néo-réaliste, est militairement, économiquement, idéologiquement, culturellement dominant dans ses relations avec ses voisins. En 1978, WRIGHT propose une définition du concept de puissance régionale : *States with general interest relative to a limited region and the capacity to act alone in this region, which gives them the appearance of local great powers. [...] Such regional great powers will probably be candidates, in the State system at large, for the rank of middle power*<sup>397</sup>.

## 2. Les idéalistes (ou les libéraux) - Approche libérale, supranationale ou idéaliste (Nehru)

Dans cette approche l'individu *in fine* n'a pas voix au chapitre, il n'agit qu'au travers des États<sup>398</sup>.

<sup>394</sup> PARSONS Talcott, *Le système des sociétés modernes*, Dunod, 1973, p. 29.

<sup>395</sup> WALTZ Kenneth, *Theory of International Politics*, University of California, Berkeley, Addison-Wesley, 1979, p. 245.

<sup>396</sup> NYE Joseph S., *Soft Power: The means to success in World Politics*, Public Affair, 2004, p. 191.

<sup>397</sup> « Conceptual framework », GIGA (German Institute of Global and Area Studies), disponible à l'adresse suivante: [http://www.giga-hamburg.de/sites/default/files/events/1nd\\_rpn\\_conference\\_conceptual\\_framework.pdf](http://www.giga-hamburg.de/sites/default/files/events/1nd_rpn_conference_conceptual_framework.pdf) (consultée le 25 mars 2016).

<sup>398</sup> BATTISTELLA Dario, *Théories des relations internationales*, 5<sup>ème</sup> édition mise à jour, Presses de la Fondation Nationale des Sciences Politiques, juillet 2015, p. 209.

Le concept de « société internationale » est un regroupement d'États organisé autour d'institutions et de normes internationales acceptées comme telles. Il existerait un consensus sur les règles régissant les rapports collectifs<sup>399</sup>.

Selon cette approche deux sources façonnent l'analyse des relations internationales : la politique intérieure des États et les institutions internationales, lesquelles établissent les normes de comportement des États.

3. Les systémistes - Approche systémique ou transnationale ou pluraliste ou constructiviste (acteurs transétatiques et interétatiques, ex: ONG, multinationales): on y retrouve la notion de *soft power* (J.S. NYE) dans le cadre de l' « Institutionalisme néolibéral » (approche non stato-centrée).
  - a) Dans l'approche transnationaliste<sup>400</sup>, l'individu et la société civile sont des acteurs à part entière de la politique mondiale au même titre que les États (les organisations culturelles et religieuses ont un rôle important), les relations économiques entre les différents acteurs internationaux sont surtout étudiées.
  - b) L'institutionnalisme néolibéral épouse certaines conceptions des réalistes (le système international est anarchique, l'État est l'acteur central, l'État est un acteur rationnel et égoïste), mais les modifie afin de mettre en évidence le rôle et l'influence des institutions (ex: organisations économiques, religieuses, culturelles, ONG, multinationales, ...). Le monde des sciences, du commerce, des idées n'est que marginalement affecté par les frontières étatiques. Ainsi, les institutions - en poussant les États à se concerter - facilitent la coopération internationale en réduisant les incertitudes inhérentes à l'anarchie. La mutualité des intérêts économiques est plus importante que la rivalité des intérêts politiques: il s'agit de trouver et comprendre les conditions dans lesquelles un comportement suffisamment coopératif peut se mettre en place pour que la mutualité des intérêts économiques diminue le dilemme de sécurité car étant plus importante que la rivalité des intérêts politiques; c'est la théorie de l'interdépendance complexe (KEOHANE & NYE). L'agenda mondial n'est plus dominé par des questions de sécurité. Les États ont des relations asymétriques dans le cadre d'une interdépendance complexe. Le monde vit en collaboration malgré les conflits qui peuvent survenir.
  - c) L'institutionnalisme néo-libéral ne partage pas la conception réaliste selon laquelle la croissance d'une puissance s'effectue toujours au détriment d'une autre puissance ; il considère plutôt que cette croissance s'effectue sans affecter les autres puissances.
4. Les internationalistes - Approche internationale (MARX) (approche non stato-centrée)

C'est une approche basée sur la lutte des classes entre les *have* et les *have not*, elle a théoriquement pour but de se propager dans le monde entier même si historiquement elle est restée confinée à la Russie en Europe, à la Chine, au Vietnam et en Corée du Nord en Asie, et à Cuba en Amérique latine.

<sup>399</sup> PAQUIN Stéphane et DESCHÈNES Dany, *Introduction aux relations internationales - Théories, pratiques et enjeux*, éditions Chenelière éducation, 17 août 2009, p. 10.

<sup>400</sup> BATTISTELLA Dario, *Théories des relations internationales*, 5<sup>ème</sup> édition mise à jour, Presses de la Fondation Nationale des Sciences Politiques, juillet 2015 p. 210.

## Table des matières

1.	Introduction.....	1
1.1	Raisons d'être de ce mémoire.....	1
1.2	Approche théorique .....	2
2.	Démarche méthodologique .....	6
2.1	Approche adoptée.....	6
2.2	Les sources .....	7
2.3	Les limites au présent travail.....	8
3	Apports politiques des programmes spatiaux.....	9
3.1	L'Inde .....	9
3.1.1	Particularismes .....	9
3.1.2	Raisons d'être du programme spatial de l'Inde .....	10
3.2	La Chine .....	12
3.2.1	Particularismes .....	12
3.2.2	Aspect militaire du programme spatial chinois.....	16
3.2.3	Le coût humain du programme spatial chinois .....	22
3.2.4	Raisons d'être du programme spatial de la Chine.....	25
3.3	Approche comparée Inde – Chine.....	27
3.3.1	Ressemblances .....	27
3.3.2	Différences .....	30
3.3.3.	Freins à la coopération internationale .....	40
3.3.4	Freins à la coopération entre l'Inde et la Chine .....	41
4	Conclusions.....	44
4.1	Raisons politiques communes aux deux puissances émergentes.....	44
4.2	Raisons politiques du programme spatial de l'Inde .....	44
4.3	Raisons politiques du programme spatial de la Chine .....	45
4.4	Adéquation des politiques spatiales respectives aux moyens mis en œuvre .....	48
4.5	Contributions indiennes et chinoises à tout projet spatial international d'envergure.....	49
9.	Sources .....	51
9.1	Bibliographie.....	51
9.2	Sources internet .....	52
9.3	Films.....	65
9.4	Conférences.....	66

9.5	Cours.....	67
9.6	Interviews.....	68
9.7	Autres personnes contactées.....	68
9.8	Visites .....	69
9.9	Reportages personnels.....	69
9.10	Bandes dessinées .....	70
10.	Annexes .....	71
	Annexe 1 : Budget spatial par pays .....	71
	Annexe 2 : 50 ans de sondes spatiales .....	80
	Annexe 3 : Activités spatiales commerciales.....	81
	Annexe 4 : Militarisation de l'espace .....	82
	Annexe 5 : Etats signataires de l'accord régissant les activités des États sur la Lune .....	83
	Annexe 6 : Liste des puissances spatiales.....	84
	Puissances spatiales ayant réussi une satellisation.....	84
	Puissances spatiales ayant tenté une mise sur orbite.....	85
	Annexe 7 : Politique spatiale des agences spatiales autres que l'ISRO et le CNSA .....	86
	Annexe 8 : Les lanceurs et le programme satellitaire indien .....	88
	Les lanceurs .....	88
	Le programme satellitaire .....	90
	Annexe 9 : Aperçu de l'industrie aérospatiale indienne .....	92
	Annexe 10 : Aperçu du programme spatial chinois.....	94
	Les lanceurs .....	94
	Les satellites .....	94
	Les voyages habités et la station spatiale .....	94
	Missions vers la Lune .....	95
	Différences Inde-Chine .....	95
	Annexe 11 : Les lanceurs et le programme satellitaire chinois .....	96
	Les lanceurs .....	96
	Le programme satellitaire .....	98
	Annexe 12: Engin motorisé chinois sur la Lune.....	102
	Annexe 13 : Historique de la coopération spatiale internationale - les projets majeurs.....	103
	Annexe 14 : Liste de questions lors d'interviews .....	107
	Annexe 15 : Acteurs spatiaux et aperçu de l'industrie aérospatiale chinoise.....	109
	Annexe 16 : Aperçu du programme spatial indien.....	114

Les lanceurs .....	114
Les satellites .....	114
Les voyages habités .....	114
Missions vers la Lune .....	114
Missions vers Mars .....	114
Annexe 17 : Géopolitique de l'espace extra-atmosphérique .....	115
Annexe 18 : Tableaux comparatifs Inde – Chine .....	116
Annexe 19 : Un programme spatial, pourquoi ? .....	118
Annexe 20 : Aperçu du programme spatial japonais .....	119
Annexe 21 : Organigramme de l'ISRO .....	121
Annexe 22 : Apports généraux de la conquête spatiale .....	122
Apports scientifiques et politiques de la conquête spatiale .....	122
Raisons d'être de la conquête spatiale pour les pays émergents .....	126
Annexe 23 : L'Inde et la Chine dans le cadre de la coopération internationale .....	129
Aperçu historique de la coopération spatiale internationale .....	129
L'Inde .....	130
La Chine .....	133
Annexe 24 : Explorations de la Lune et de Mars .....	138
La Lune .....	138
Mars .....	145
Annexe 25 : Voyages habités et station spatiale .....	148
Voyages habités .....	148
Station spatiale .....	151
Annexe 26 : Approche résumée des théories des relations internationales .....	154