

La Chine dans la cour des grands

PHILIPPE JAMET

A la fin des années 70, les Chinois ne disposaient que de deux petites fusées aux performances limitées. Aujourd'hui, la situation a bien changé : la Chine possède six types de lanceurs adaptés chacun à différentes missions. Elle participe à la compétition commerciale en orbite géostationnaire, expérimente un vaisseau spatial qui pourra être habité, étudie des lanceurs lourds et des systèmes de navettes. Plus étonnant encore, elle déclare vouloir ultérieurement s'attaquer à la colonisation de la Lune ! Quelles sont les origines du programme spatial chinois ? Comment est-il architecturé ? Quelles sont ses perspectives ? Qu'est ce qui le distingue des autres programmes spatiaux dans le monde ? Comment coopérer avec la Chine ? Voilà quelques-unes des questions que nous allons aborder au cours de cet article.

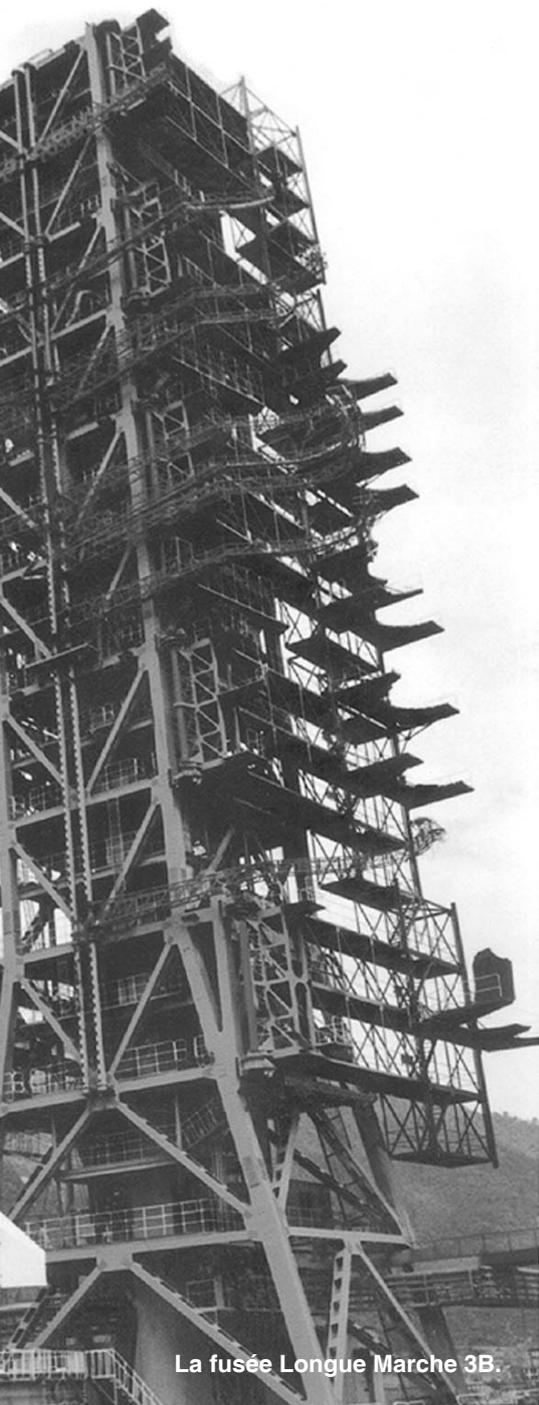
Né officiellement en 1970 avec le lancement d'un petit satellite baptisé « Orient Rouge », le programme spatial chinois est aujourd'hui un sujet d'étonnement. Ses diverses évolutions passées ont été marquées par de vigoureux bonds en avant, des échecs retentissants suivis de brillants rétablissements, des virages à angle droit, des retours en arrière et des relances de ce qui avait été auparavant abandonné en fonction des purs critères politiques du moment. Le programme spatial habité chinois, qui a fait la une de l'actualité avec le lancement de trois vaisseaux Shenzhou, n'a pas échappé à cette évolution en zigzag. Poussé par Mao Tsé-toung, il est interrompu pendant une longue période avec l'arrivée au pouvoir de Deng Xiaoping, pour enfin ressusciter officiellement vers le début de 1992.

En 1985-1986, la Chine est soudainement apparue aux yeux des spécialistes occidentaux, qui l'avaient jusqu'alors ignorée et négligée, comme un véritable acteur potentiel dans le domaine des lancements commerciaux. En effet, c'est à ce moment que la Chine lança avec sa fusée Longue Marche 2 un petit satellite suédois de télécommunications en orbite basse, baptisé Mail-star. Ce lanceur, dérivé du missile intercontinental CSS-X4, un bi-étage à ergols stockables, pouvait au maximum satelliser une charge utile de 3,9 t en orbite basse inclinée, mais ne pouvait en aucun cas servir à un lancement en orbite géostationnaire. Mais, nouvelle douche froide pour les Occidentaux, on découvre, peu après la Longue Marche 2, que les Chinois ont aussi à leur disposition un lanceur apte au

transfert géostationnaire – la Longue Marche 3 – un tri-étage composé de deux étages utilisant comme ergols le couple N_2O_4 -UDMH (diméthylhydrazine dissymétrique) et, plus étonnant encore, d'un troisième étage cryotechnique YF73 de 4,6 t de poussée aux performances assez proches de celles de la fusée Ariane 1 (1,4 t en orbite de transfert géostationnaire contre 1,75 t au lanceur européen).

Après quelques échecs, le premier tir réussi de ce lanceur, le 8 avril 1984, prouvait déjà que les Chinois, après les Etats-Unis et la France, maîtrisaient parfaitement la propulsion cryotechnique à oxygène et hydrogène liquides. Ainsi, rapidement, les





La fusée Longue Marche 3B.

premiers clients commerciaux commençaient à se manifester (Australiens, sociétés américaines comme Terrasat et Hughes, etc.), d'autant plus que le prix de lancement offert par la Chine était assez attractif. Les Chinois ont également mis au point une version améliorée de ce lanceur – la Longue Marche 3A – capable de placer 2,5 t en orbite géostationnaire. Cette version a mis en orbite pour le compte de la société américaine Panam Pacific Satellite Corp. le satellite Westar 6. Celui-ci avait été préalablement récupéré au cours d'un vol de la navette spatiale américaine par les astronautes Allen et Gardner, à la suite d'une mise à poste sur une orbite inutilisable.

Le rôle de Tsien Hue Shen

Les Chinois reconnaissent la nécessité d'améliorer leur niveau économique pour assurer avec assez de poids le développement de leurs projets spatiaux. Les origines du programme spatial chinois résultent à la fois de bricolages empiriques sur des missiles rustiques soviétiques et d'une volonté politique délibérée inspirée par Mao Tsé-toung. Les débuts de l'astronautique chinoise remontent en effet à 1955-1956, époque à laquelle les techniciens chinois réalisent leurs premiers missiles SS-3 et CSS-1 (ancêtre du CSS-X4) en bricolant des missiles Pobieda donnés à la Chine par l'Union soviétique. Ces derniers étaient très inspirés des quelques rares V2 allemands récupérés par les Soviétiques après la razzia américaine Paperclip-Overcast qui ne laissa que des miettes à la grande puissance communiste. L'autre facteur expliquant le démarrage du programme spatial chinois tient en la volonté politique, pour des raisons stratégiques et de prestige, de se doter à la fois de l'armement nucléaire et d'une capacité en matière spatiale permettant d'occuper, dans l'espace, un certain nombre de créneaux décrits en abondance par des auteurs comme Hermann Oberth ou Arthur C. Clarke.

À l'époque, les programmes spatiaux américains et soviétiques sont déjà discrètement sur les rails et la Chine, très pauvre, ne dispose que de peu de moyens. Pourtant, la rencontre entre un homme politique et un savant génial, à l'image de ce qui s'est passé aux États-Unis entre John Kennedy et von Braun, va être le catalyseur pour démarrer le programme spatial chinois. En 1955, le savant d'origine chinoise, transfuge des États-Unis, Tsien Hue Shen rentre en Chine après avoir contribué, avec l'aérodynamicien von Karman et Frank Malina (partisan de la colonisation lunaire et du nucléaire spatial), à mettre en place ce qui allait devenir le Jet Propulsion Laboratory. Le savant chinois n'est donc pas n'importe qui et la rencontre avec Mao s'avère décisive pour la mise en place d'un programme secret, dont certains des

objectifs sont cependant irréalistes par rapport aux moyens technologiques de la Chine. Mao écrit même des poèmes décrivant le débarquement d'astronautes chinois sur la Lune ! Néanmoins, grâce à Tsien, on enclenche la vitesse supérieure en dépassant le simple bricolage sur des Pobieda. Certes, la Chine possède alors moins de dix ingénieurs ayant des compétences suffisantes dans ce domaine mais Tsien, travaillant jour et nuit pour la réalisation des ambitions spatiales de son pays, forme des centaines d'ingénieurs et de techniciens pour la construction de missiles et, ultérieurement, pour la mise en œuvre d'un programme civil. Tous les responsables passés et actuels du programme spatial chinois sont dans une certaine mesure des fils spirituels de Tsien Hue Shen ! De 1956 à 1970, ils ont travaillé dans un secret absolu qui a été seulement violé par des images prises de l'espace par des satellites espions américains. Paradoxalement, pourtant, l'histoire étant parfois sujette à de curieux retournements, l'ouverture des complexes spatiaux chinois à l'Occident s'est faite avant celle de l'Union soviétique...

Le programme spatial chinois

Le programme spatial chinois est supervisé par une agence de décision, la CNSA (China National Space Administration), dirigée actuellement par l'expert aérospatial Luan Enjie, et qui est elle-même une entité dépendante de la Commission de la science, de la technologie et de l'industrie pour la défense nationale. En 2000, lors du Salon Airshow China qui s'est déroulé à Zhuhai, la CNSA a fait distribuer aux experts spatiaux et aux journalistes spécialisés un rapport intitulé *Chinese Civil Aerospace Facing the 21st Century*. Ce document de référence, élaboré sous la direction de Luan Enjie, fait le récapitulatif des efforts spatiaux chinois depuis leurs débuts et détaille les programmes en cours et à venir. Ce rapport surprend sur plus d'un point. Il y est révélé que la Chine veut, avec le programme Shenzhou, se doter d'une capacité de lancement autonome pour le vol habité au cours

du début du XXI^e siècle et également s'équiper de lanceurs lourds plus puissants que les actuelles fusées Longue Marche 3B. A cet effet, des équipages de cosmonautes, appelés « taikonautes » en Chine, ont depuis longtemps subi un entraînement intensif. De plus, le développement de robots spatiaux a été intensifié dans l'objectif d'un alunissage par une sonde automatique, phase ayant été elle-même précédée d'une sonde cartographique polaire lunaire chargée d'évaluer les ressources en glace d'eau.

Dans le même rapport, il est spécifié que la Chine entend occuper de façon indépendante tous les créneaux d'activité spatiale, tout en étant ouverte à de nombreuses formes de coopération internationale. La CNSA chapeaute elle-même une structure industrielle et de recherche – la CASC (China Aerospace Science Technology Corporation) – qui coordonne et effectue le suivi de tous les travaux spatiaux réalisés par un secteur où travaillent, en comptant les firmes de sous-traitance, 250 000 personnes. La CASC fait travailler directement 141 000 personnes réparties entre 130 instituts. Son siège est à Beijing qui est un peu le « Houston chinois » et la CASC se compose de six entités qui sont autant de branches de recherche et d'industrie possédant leurs propres instituts. Ces six entités sont les suivantes :

- CAST (China Academy of Space Technology), située à Beijing. Elle a fédéré les efforts visant à la mise au point du vaisseau spatial Shenzhou.

- ASCPT (Academy of Space Chemical Propulsion Technology), située à Xi'an dans la province de Shaanxi.

- CALT (China Academy of Launch Vehicle Technology) située à Beijing. Elle est le constructeur principal des fusées de la série Longue Marche.

- SAST (Shanghai Academy of Space Flight Technology), située à Shanghai. Elle est aussi un constructeur de lanceurs pour lesquels il existe une compétition avec la CALT.

- CASET (Chinese Academy of Space Electronics Technology), située à Beijing

- ATIC (Aerospace Times Instrument Corporation), située à Beijing.

La CASET et l'ATIC effectuent à la fois leurs propres recherches en fonction des demandes des programmes spa-



Le 1^{er} avril 2002, atterrissage de la cabine du vaisseau non habité Shenzhou 3 dans la région autonome de Mongolie intérieure.

tiaux concernés et s'occupent aussi d'adapter l'instrumentation scientifique au savoir-faire du secteur spatial. A ces six branches majeures de recherche, il faut ajouter une autre structure, la CGWIC (China Great Wall Industry Corporation), dénommée encore Compagnie de la Grande Muraille, qui possède, elle aussi, ses propres instituts de recherche mais dont le rôle essentiel est le commerce spatial avec l'étranger. La CGWIC est très présente sur les salons internationaux comme Le Bourget ou Farnborough et, il y a quelques années, il fut même question d'une association entre cette compagnie et la société américaine Hughes afin d'exploiter en commun un cosmodrome spécialement affecté aux lancements commerciaux à Hawaii. Le projet échoua en raison de la violente opposition du gouvernement américain.

Ce qui frappe dans l'organisation du programme spatial chinois, c'est son extrême décentralisation des responsabilités : la CNSA et la CASC n'imposent pas autoritairement des programmes aux autres entités ; elles servent de carrefour de rencontre des préoccupations des politiques et des instituts de recherche en faisant circuler les informations dans les deux sens. Les décisions sont prises collectivement après consultation de nombreux acteurs. Le système d'organisation du secteur spatial en Chine irrigue tout un secteur de l'économie et de l'industrie, et donne

également du travail à de nombreux laboratoires scientifiques qui prennent parfois des initiatives pour proposer des programmes à l'Etat chinois.

Les instituts de recherches aérospatiales et de recherches aérodynamiques se sont développés au fur et à mesure de la croissance des ambitions chinoises sur l'espace. Parmi ces unités de recherche et de production, il faut mentionner la Sichuan Aerospace Corporation (située à Chengdu dans la province du Sichuan), la Xi'an Aerospace Corporation (située dans la province du Shaanxi) et l'Institut de recherches aérodynamiques de Beijing (qui possède une soufflerie et effectue des recherches sur de possibles navettes spatiales). D'autres institutions participent au programme spatial chinois : c'est le cas du Laboratoire national de microgravité, très impliqué sur Shenzhou et sur les capsules FSW, de l'Institut de physique de Beijing (la capitale chinoise concentre 50 % du potentiel astronautique chinois et est le siège de l'Académie des Sciences), du Tsinghua Space Center de l'université Tsinghua, du Hangtian Tsinghua Satellite Technology Limited, de l'Ecole supérieure d'aéronautique de l'Institut d'aéronautique et d'astronautique de Beijing.

A tout cela, sans compter les oublis de notre part pour ce qui concerne d'autres institutions, il faut ajouter le département d'astro-

nomie de l'université de Nanjing, dont certains chercheurs ont fait des présentations au Congrès IAF de Toulouse en octobre 2001. Ce département supervise une part importante des calculs relatifs aux vaisseaux chinois et participe à la préparation des programmes concernant les futures sondes lunaires chinoises (orbiteur et atterrisseur). Comparable au MEDES français, la Chine possède aussi un institut d'ingénierie et de médecine spatiale. Dénommé IMIS, il accueille depuis 1987 des taikonautes pour les préparer à des vols spatiaux. A l'image de ce qui se fait au Japon, d'autres instituts de recherche, n'ayant pas au départ une vocation spatiale, participent au programme spatial chinois pour des sous-systèmes. C'est le cas de l'Institut d'optique et de mécanique fine de Shanghai (dont la vocation initiale est l'étude sur les lasers et la fusion thermonucléaire), de l'Institut des céramiques de Shanghai (il opère également dans l'électronique) et de l'usine d'instruments scientifiques de Beijing (au départ orientée sur la microscopie électronique, la spectrométrie de masse et les technologies du vide) qui collabore avec la CASET et l'ATIC.

L'avantage du programme spatial chinois est de disposer, une fois les décisions prises collectivement, d'un plan impératif sur cinq ans. Le programme spatial chinois bénéficie en plus d'un cadrage sur dix ou quinze ans qui se superpose au plan de cinq ans. Il n'y a pas de remise en cause des décisions prises, comme on le voit trop souvent en Occident. Le budget du programme spatial chinois est assuré à 70 % par l'Etat et le reste par les industriels.

Priorité aux lanceurs et satellites d'application

L'importance du programme spatial chinois n'est pas en soi une totale surprise car, de 1970 à 1987, les Chinois avaient déjà placé en orbite 21 satellites par leurs propres moyens. Un fait remarquable dans l'évolution des activités spatiales a été le développement, sans aide extérieure, de moteurs-fusées à propergols cryogéniques (oxygène-hydrogène liquides). C'est sans

Le vaisseau spatial Shenzhou

Les études sur ce vaisseau ont commencé en 1992. Il consiste en un module orbital, un module de retour et un module de propulsion. Le module orbital est celui où les astronautes vivent et travaillent. Lorsque les astronautes reviennent au sol, le module sert en mode automatique de plate-forme pour conduire des expérimentations ultérieures.



Le module de retour est le centre de commande

et de contrôle du vaisseau spatial et permet le retour sur Terre des astronautes.

Le module de propulsion, dénommé également module énergétique, produit les ressources énergétiques et assure la poussée du vaisseau spatial. Le vaisseau chinois est visiblement inspiré du programme russe Soyouz mais offre un plus grand volume habitable et davantage de possibilités. Ce vaisseau a déjà été lancé trois fois en mode automatique et il est acquis que Shenzhou 5 emportera en 2003 les premiers astronautes chinois dans l'espace. Il se pourrait que, par la suite, à l'image de ce qui s'est passé en janvier 1969 avec Soyouz 4 et 5, deux Shenzhou viennent s'amarrer pour former une station spatiale temporaire. Ultérieurement, on procéderait, une fois mis au point le futur lanceur lourd chinois de 25 t, à la mise en orbite des éléments indispensables à l'assemblage d'une véritable station spatiale chinoise vers 2015-2020.

aucun doute, en partie, la raison du succès actuel des lanceurs chinois. Il s'agissait d'un défi technologique difficile dont les étapes de développement ont connu un certain nombre d'obstacles. En 1980, date de la mise au point des premiers propulseurs de ce type en Chine, seuls les Etats-Unis (premiers succès en 1966 avec la fusée Atlas-Centaur) et les Européens (avec le LM-7 d'Ariane) avaient réussi à franchir le pas. Cette étape fut franchie par la suite avec les puissants moteurs russes de la fusée Energia et les moteurs japonais LE-5A et LE-7, ce qui ne manque pas d'ironie quand on considère l'importance de ce qu'a été le programme spatial russe par rapport à ce qu'était le programme chinois à la même époque.

La Chine est un immense pays qui doit faire face, pour maîtriser son développement, à des problèmes complexes auxquels peuvent répondre les technologies spatiales. Lorsque la politique spatiale chinoise est mise en place avec un plan initial de douze ans, l'objectif est de préparer le pays à des technologies en émergence dans d'autres parties

du monde et d'acquérir une totale autonomie aussi bien dans le domaine des lanceurs que dans celui des satellites. En ce qui concerne les lanceurs, le développement sera long, difficile et chaotique puisque, sur ses cinquante premiers lancements, la Chine enregistrera pas moins de dix échecs. Cela découragera un certain temps les opérateurs internationaux de faire appel aux lanceurs chinois lorsque la Chine commencera à se positionner sur le domaine du marché commercial du lancement des satellites. Quant aux satellites du marché interne, la politique d'autarcie est menée avec un grand volontarisme et un certain succès. La politique suivie est caractérisée par une soumission totale aux besoins de l'économie et centrée, bien sûr, en premier lieu sur les satellites de télécommunications qui sont indispensables pour couvrir une surface aussi vaste.

Le développement des lanceurs en Chine a été marqué par un lent processus de maturation. En effet, il a fallu dix-neuf ans pour porter la capacité en orbite basse de la

↳ LM2A (1974) de 1,4 t à 2,8 t, avec la version dérivée de la LM2C. C'est une preuve que les Chinois n'ont pas été beaucoup aidés par les Soviétiques et qu'ils ont effectué leur long cheminement tous seuls. Depuis ses débuts, la LM2C a exclusivement servi à lancer les satellites chinois d'observation et de microgravité à capsule récupérable FSW 0, 1 et 2 en orbite basse à 175-450 km. Cette capacité en récupérabilité est l'une des caractéristiques du programme chinois et celle-ci a depuis longtemps attiré l'attention des experts spatiaux internationaux. Ainsi, en 1979, Albert Ducrocq et Alain Dupas estimaient déjà possible que les Chinois envoient des astronautes dans l'espace et les récupèrent, considérant que leur niveau était déjà supérieur à celui des Soviétiques quand ces derniers se préparaient à lancer la capsule rudimentaire qui allait mettre Gagarine en orbite.

Il faut reconnaître que, dans le domaine des lanceurs, le cheminement du programme spatial chinois a été parsemé d'embûches qui n'ont pas altéré l'opiniâtreté et la perspicacité des ingénieurs de l'Empire du Milieu. Le développement des fusées chinoises est marqué notamment par des périodes de crises et de doutes en 1973-1974, 1991-1992, 1995-1996.

Ainsi, pour la période 1990-1996, on enregistre trois échecs sur neuf tirs commerciaux : d'abord, avec une fusée Longue Marche 3E (satellite Apstar 2, en janvier 1995), ensuite avec une fusée Longue Marche 3B (satellite Intelsat-108, en février 1996), ce qui porta préjudice à la crédibilité chinoise sur le plan international, et enfin un échec avec une Longue Marche 3 (satellite Chinasat 7, en août 1996). Depuis lors, la Chine semble avoir trouvé les bonnes solutions pour régler les problèmes de ses fusées et, si dans les années 1994-1995, elle possédait une bonne douzaine de fusées différentes, l'année 1996 marque l'époque à la fois de la rationalisation et de l'amélioration de la fiabilité des lanceurs chinois. A partir de 1996, et pour longtemps, le parc de fusées chinoises se décline en six exemplaires qui sont les suivants :

- LM2C : lanceur bi-étage dérivé de l'ancienne LM2. Le diamètre du corps central est de 3,35 m. Avec une capacité en charge utile de 2,8 t en orbite basse, cette fusée est principalement consacrée au lancement de tout ce que l'on veut récupérer (satellites et capsules). Depuis son premier vol le 9 septembre 1982 jusqu'à octobre 1993, onze lancements de ce type de fusées ont été effectués

avec succès.

- LM2D : lanceur dérivé aussi de la LM2. Il emporte davantage de propergols et accroît la poussée pendant le décollage vertical. En conséquence, sa capacité en charge utile est portée à environ 3,1 t en orbite basse. Il est utilisé pour la mise à poste des capsules récupérables FSW.

- LM2F : lanceur lourd d'une grande fiabilité conçu pour l'orbite basse et développé pour le lancement du véhicule spatial Shenzhou. Il consiste en un premier étage entouré de quatre propulseurs d'appoint, un second étage, une coiffe pour la charge utile et une tour de sauvetage. Au cours des essais, ce véhicule a démontré sa grande fiabilité et sa grande sûreté. Dans le cas d'un incident durant la phase ascensionnelle, la tour de sauvetage peut arracher la capsule pour les astronautes et ramener ceux-ci au sol sans danger grâce à un système de parachutes.

- LM3A : grand lanceur tri-étage à propergols liquides avec un moteur cryotechnique oxygène-hydrogène liquides pour le troisième étage. Le lanceur est long de 52,82 m pour un diamètre de 3,35 m, avec une capacité en orbite de transfert géostationnaire de 2,65 t. C'est un véhicule conçu pour le lancement vers l'orbite de transfert géostationnaire qui a enregistré son premier vol avec succès le 8 février 1994, emportant deux satellites. Le 30 novembre 1994, LM3A a lancé le premier satellite de télécommunications totalement chinois, à savoir DFH-3 et, depuis lors, la fusée a réussi sept lancements.

- LM3B : le plus performant des lanceurs chinois, utilisé pour les orbites hautes. Le lanceur reprend le corps central de la LM3A avec quatre boosters d'appoint assurant la poussée au décollage avec le premier étage. La coiffe est différente de la LM3A et la fusée a une capacité de 5,1 t en orbite géostationnaire. Le lanceur est entièrement conçu pour le marché mondial du lancement des satellites commerciaux et constitue pour la Chine une source de revenus. La LM3B fait 54,815 m de longueur et son étage principal est de 3,35 m de diamètre. Depuis 1996, les problèmes techniques qui avaient affecté ce lanceur semblent avoir été résolus.

- LM4B : lanceur tri-étage à propergols liquides, utilisé principalement pour propulser des satellites en orbite héliosynchrone, par exemple des

Satellites scientifiques : un rattrapage en cours

Etant donné les priorités économiques de la Chine, l'industrie satellitaire chinoise est restée majoritairement impliquée sur les applications. Par le passé, toutefois, de petits satellites astrophysiques ou chargés de l'étude du Soleil ont été développés avec un niveau instrumental modeste. Ce fut le cas des satellites SJ1 (221 kg) en 1971, SJ2, SJ2A et SJ2B en 1981. Néanmoins, il a fallu attendre 1999 pour que la Chine participe de nouveau à une mission spatiale scientifique avec le lancement de SJ5. Actuellement, la Chine fait un retour en force dans le domaine scientifique avec son projet de télescope spatial de 1 m d'ouverture (un « mini-Hubble »), qui devrait être mis à poste en 2005, et sa coopération avec l'Agence spatiale européenne dans le projet Double Star où deux sondes chinoises, chargées d'étudier les relations entre le champ magnétique terrestre et le vent solaire, emporteront dix des instruments identiques à ceux des sondes européennes Cluster et huit instruments chinois. Les deux projets seront menés en synchronisation. Le projet Double Star comprend :

- un satellite équatorial (DSP1) qui sera lancé sur une orbite elliptique de 550 x 60 000 km inclinée à 28,5° par rapport à l'Equateur. Ainsi pourra-t-il observer la gigantesque queue géomagnétique de la Terre dans laquelle les particules, sous l'effet du processus de reconnexion, sont accélérées en direction des pôles magnétiques de notre planète.

- un satellite polaire (DSP2) qui étudiera surtout les phénomènes physiques à l'œuvre au-dessus des pôles magnétiques ainsi que la formation des aurores. Il décrira une orbite de 350 x 25 000 km, le conduisant à faire le tour de la Terre en 7 h et 18 min.

satellites météo ou de télédétection. Le lanceur est long de 45,576 m pour un diamètre de 3,35 m. Sa capacité en charge utile, sur une orbite à 748 km inclinée à 98°, est de 2,2 t. Son premier vol a été marqué par un succès le 10 mai 1999 et, le 14 octobre 1999, cette fusée a assuré le lancement du satellite sino-brésilien CBERS-1. Au cours du premier septembre 2000, ce lanceur a aussi réussi la mise à poste du satellite chinois ZY-2.

La Chine, qui dispose aujourd'hui de trois cosmodromes (Jiuquan, Taiyuan et Xichang), a des ambitions

et a parfaitement compris les implications de la conquête spatiale. Elle a d'ailleurs annoncé en octobre 2000, au Congrès IAF de Rio de Janeiro, le développement en cours de lanceurs de la classe supérieure à 20 t en orbite basse. La CASC a en effet prévu de développer une série de lanceurs à haute performance dont ils veulent abaisser les coûts tout en utilisant des propergols non toxiques et propres. L'étage de base de la nouvelle génération de véhicules mesure 5 m de diamètre. Les nouveaux lanceurs consistent en un composite inférieur

et un étage supérieur. Le composite inférieur peut être propulsé par un moteur central et quatre à cinq propulseurs d'appoint mis à feu dès le départ. Cette formule apparaît séduisante pour effectuer des lancements de charges utiles en orbite basse. En combinant le composite inférieur avec un étage supérieur, une fusée de 2,5 étages peut être formée ; il s'agit d'une solution intéressante pour le lancement de charges utiles en orbite de transfert géostationnaire et en orbite héliosynchrone. En usant de différentes combinaisons de propul-

Chine-Brésil : une coopération spatiale exemplaire

Si en Chine les activités spatiales sont coordonnées par la CNSA, les activités spatiales brésiliennes sont coordonnées par l'INPE. *A priori*, rien ne destinait ces deux pays à une coopération spécifique, sinon des problèmes similaires de transfert de technologies de la part des grandes puissances spatiales et des situations comparables dans la gestion de l'environnement nécessitant un suivi important à partir de l'espace. Ces conditions allaient mener les deux parties à un remarquable travail en commun qui n'en est qu'à ses débuts, car il pourrait bien déboucher sur des projets encore plus étendus.

En 1993, le contrat pour deux CBERS (China Brazil Earth Resources Satellite) est signé à Beijing, à la suite d'un accord conclu en juillet 1988. La même année le président Jiang Zemin visite les installations de l'INPE durant une tournée au Brésil et, en 1995, le président brésilien Cardoso visite la Chine et ses centres spatiaux. Les deux parties décident d'élargir le programme CBERS en mettant en place la construction d'un troisième et d'un quatrième satellites, ainsi que d'un satellite supplémentaire susceptible de faire la transition entre les deux générations. CBERS 1 fut lancé le 14 octobre 1999 par une fusée Longue Marche 4 et le ministère brésilien de la Science et de la Technologie annonçait avoir reçu la première image quinze jours plus tard, laquelle montrait une partie étendue de la jungle d'Amazonie. D'un poids de 1,3 t, CBERS 1 est contrôlé par le centre de suivi satellitaire de Xi'an en Chine et se déplace sur une orbite héliosynchrone à 778 km. CBERS-1, comme tous les satellites de télédétection des ressources terrestres, est « chargé » d'une technologie complexe et équipé d'un WFI (Wide Field Imager), c'est-à-dire d'un imageur à large champ pour données en lumière visible et infrarouge, d'un IRMSS (Infrared Multispectral Scanner) opérant dans la partie infrarouge du spectre électromagnétique, d'une caméra à haute résolution de type CCD, d'un SEM (Space Environmental Monitor), d'un HDDR (High Density Digital Recorder), d'un système de collecte des données et d'un système de transmission pour ces dernières. Ces types de technologies spatiales intéressent particulièrement des régions comme la Chine et le Brésil. En effet, ces deux pays

ont des territoires très étendus avec des régions inhabitées difficiles à atteindre, et connaissent parfois des cataclysmes naturels de grande ampleur comme des tempêtes et des inondations. Les données sont utilisées pour la sylviculture, l'agriculture, la géologie et l'hydrologie. Dès à présent, le Brésil et la Chine se posent en compétiteurs sur le marché de l'imagerie où régnaient jusqu'à présent la France et les Etats-Unis.

Le second satellite CBERS était prévu pour être lancé à partir de la Chine dans le courant de l'été 2002, mais le lancement a été reporté en 2003. En septembre 2000, le ministre chinois des Affaires Etrangères, Tang Yixuan, visita le Brésil et signa avec les Brésiliens l'accord définitif élargissant le programme CBERS conclu en principe en 1995. Cet accord bilatéral

visait à définir la répartition des tâches et les instruments requis pour ces satellites de deuxième génération qui seront lancés par des fusées chinoises en 2005. Ces instruments seront dotés d'une résolution de 5 m contre 20 m pour la génération actuelle. De notre point de vue, cette coopération pourrait fort bien ne pas en rester là étant donné les spécificités de ces deux puissances spatiales qui ont tout intérêt à s'allier. Ainsi, par exemple, des collaborations pourraient à l'avenir s'effectuer dans le domaine des lanceurs pour mettre en orbite basse de petits satellites scienti-

fiques et hybrides de technologies chinoises et brésiliennes. Parmi les perspectives envisagées, notons la possibilité pour la Chine de pouvoir effectuer des lancements à partir de la base brésilienne d'Alcantara située près de l'Equateur, mais il est évident que le Brésil doit s'attendre à de fortes pressions américaines pour qu'il ne donne pas suite à cette éventualité. A l'horizon 2010-2015, le Brésil pourrait participer au programme de station spatiale que la Chine a décidé de mettre en œuvre, et cela dès que seront mis au point des lanceurs plus puissants de la catégorie 20-25 t en orbite basse. Le Brésil pourrait y faire plus que de la figuration car il envisage de développer un programme de lanceurs lourds dans la suite de ses lanceurs VLS-L4.



seurs d'appoint placés tout autour de la base du véhicule, la nouvelle panoplie de lanceurs pourra assurer des charges utiles entre 10 et 25 t en orbite basse. Une combinaison avec un étage supérieur pourrait permettre une capacité de transfert en orbite géostationnaire de 6 à 13 t, ce qui rendrait un tel lanceur compétitif avec les futures versions d'Ariane 5, les Delta 4 et les Atlas 5.

Il existe cependant un handicap majeur. Pour ce qui concerne le lancement des satellites commerciaux, les Chinois ont été soumis à un véritable carcan de la part des Américains. Ainsi, l'accord signé en mars 1995 entre les Etats-Unis et la Chine autorisait seulement onze lancements géostationnaires chinois jusqu'en 2001. Le programme de satellites chinois est à 90 % centré sur les applications, même si une évolution récente en faveur d'un programme scientifique plus important est à signaler. L'industrie satellitaire chinoise est massivement présente par le biais d'engins embarqués en orbite dans le domaine des télécommunications (satellites DFH-3 basés sur une plate-forme, du même nom, stabilisée sur trois axes), des satellites météorologiques (satellites héliosynchrones FY-1 et satellites en orbite géostationnaire FY-2), des satellites d'étude des ressources terrestres (comme le satellite CBERS-1 et la plate-forme CAST 968).

La plate-forme CAST 968 peut constituer une base de haute performance adaptable à plusieurs types de charges utiles satellitaires. Elle pèse 300 kg et on peut y incorporer des charges utiles variant de 30 à 60 % de sa masse. Cette plate-forme peut servir à des applications comme la science spatiale, la télédétection optique, la télédétection micro-ondes, la recherche météorologique, les communications, la navigation, la démonstration de nouvelles technologies. Elle a été utilisée avec le petit satellite SJ5-SmallSat, lancé le 10 mai 1999, qui est conçu pour la mesure des particules chargées, la transmission de données à haute vitesse, des tests de stockage de produits à l'état solide et des expérimentations sur les fluides.

CAST 968 a été utilisé sur le satellite de télédétection opérationnel HY-1, un satellite de 365 kg en forme de boîte, stabilisé sur trois axes et orienté vers la Terre. Equipé



Bientôt des Chinois sur la Lune ?
Modèle présenté à l'exposition de Han-novre 2000.

de deux panneaux solaires, on lui a intégré un système de maintenance de bord qui peut de lui-même effectuer les corrections nécessaires pour le fonctionnement des instruments. La durée de vie du satellite est de deux ans. La charge utile comprend un scanner couleur de l'océan pouvant opérer sur dix bandes, avec une période de recette de trois jours, et un imageur CCD (Charge Coupled Device) sur quatre bandes. Ce satellite est d'une importance vitale pour la Chine car il permet, dans un pays où la mer provoque souvent des catastrophes, d'obtenir des informations en temps réel des régions côtières à problèmes. Les principales tâches de HY-1 sont d'observer les caractéristiques optiques de la mer, la concentration en chlorophylle, la température de surface, l'envasement et les taux de particules en suspension, les terres maritimes, les caractéristiques des courants océaniques et les aérosols atmosphériques à la surface de la mer.

Comme le prouve sa collaboration avec le Brésil, la Chine est ouverte à travailler avec d'autres pays en ce qui concerne le domaine des satellites. Elle est en train de négocier avec le CNES une participation au traitement des données de SPOT-5 et s'engage avec l'ESA dans le programme européen de satellites de navigation Galileo. Toutefois, la grande affaire qui retient aujourd'hui l'attention des autorités spatiales chinoises en matière satellitaire, c'est le projet de plate-forme géostationnaire à haute capacité prévue pour remplacer DFH-3. Le satellite type utilisant cette plate-forme pèsera environ 5 t et disposera de très grands panneaux

solaires. Devant fonctionner pendant près de quinze ans, il utilisera 52 répéteurs pour les communications, 38 en bande C et 14 en bande Ku. Le premier satellite de ce type est prévu pour être lancé en 2004.

Les perspectives visibles pour l'évolution des programmes chinois ne s'arrêtent évidemment pas à ces programmes de lanceurs et à ces applications. Pour l'avenir, on peut imaginer des programmes de navettes dont on parle depuis 1987, des stations spatiales (selon l'expert Philippe Coué, la CAST et l'IMIS travaillent au développement de concepts de ce genre), la colonisation lunaire dans le but d'utiliser l'hélium 3 et de développer des centrales solaires LPS, du type de celles prônées par l'Américain David Criswell pour produire directement de l'électricité à partir de la surface de la Lune. L'énergie serait renvoyée sur Terre par des faisceaux de micro-ondes et les Chinois y songent dans le but de réduire les émissions thermiques et la pollution résiduelle des centrales à charbon qui fournissent une part de leur électricité. Bien avant ce stade, la Chine pourrait coopérer avec la Russie en bénéficiant de la technologie des lanceurs Energya pour mettre au point des lanceurs lourds. Dans une première étape, la Chine pourrait développer un lanceur de la catégorie des 50 t en orbite basse à technologies hybrides sino-russes, puis un lanceur totalement chinois de la catégorie 100-150 t. Il ne faut pas hésiter à coopérer avec ce grand pays qui ne restera pas éternellement un pays en développement. La Chine spatiale n'a pas fini de nous étonner !



M. Wang Shaoqi est le Ministre conseiller scientifique et technique de l'ambassade de la République populaire de Chine à Paris.

Il a été interviewé le 11 octobre 2002 par Emmanuel Grenier et Philippe Jamet.

Alors que la plupart des pays occidentaux ont revu à la baisse leurs investissements dans les programmes spatiaux, la Chine affiche, elle, des ambitions marquées en ce domaine. Comment expliquez-vous cette différence ?

Wang Shaoqi : Je ne sais pas pourquoi les programmes spatiaux ont été ralentis. Depuis les années 70, la Chine a choisi de faire des efforts considérables dans le domaine spatial avec les résultats que vous savez : maîtrise de la technologie des fusées et des satellites. Je pense qu'avec le développement de l'économie chinoise, la Chine aura davantage de possibilités financières pour soutenir la recherche spatiale. Nous espérons faire une contribution dans ce secteur, certes modeste par rapport aux contributions de l'Europe, des Etats-Unis ou du Japon, mais une réelle contribution. Nous faisons ce que nous pouvons, selon nos possibilités. La Chine a de brillants chercheurs, qui travaillent beaucoup, mais qui sont limités par les conditions matérielles de leurs laboratoires, bien inférieure à celles des pays occidentaux.

Votre contribution est modeste dites-vous, mais vous allez tout de même probablement mettre un homme dans l'espace de façon indépendante avant l'Europe...

Wang Shaoqi : Nous avons en effet construit une navette Shenzhou, qui a déjà volé trois fois de façon automatique. Il y aura encore prochainement un quatrième vol

automatique et, si tout va bien, le vol suivant sera un vol habité. Le vol habité est, il est vrai, une priorité du gouvernement chinois. Mais la France avait aussi un programme similaire avec Hermès, qu'elle a décidé d'arrêter. Vous avez d'autres priorités en France et en Europe. Votre budget consacré à la recherche spatiale, par exemple, est beaucoup plus important que celui de la Chine. Nous sommes encore un pays en voie de développement, même si nous sommes la sixième puissance économique mondiale.

Quels sont les bénéfices que le gouvernement chinois attend de son programme spatial ?

Wang Shaoqi : Il s'agit avant tout de développer le niveau de vie de notre pays, où il y a encore des populations très pauvres. Nous avons d'énormes besoins en télécommunications. Pour vous donner une idée, nous avons aujourd'hui plus de téléphones portables qu'aux Etats-Unis et nous sommes le numéro un mondial en termes de nombre d'utilisateurs.

En ce qui concerne l'observation de la Terre, nous espérons aussi apporter une contribution à la planète. Nous ne pouvons pas tout faire, il y a tellement de choses à faire : les Américains ont décidé de se consacrer à Mars, les Européens investissent beaucoup dans les télescopes, nous nous consacrons au vol habité. L'univers est immense et nous ne risquons pas de nous marcher sur les pieds !

Ceci dit, nous espérons participer de plus en plus aux grands

programmes internationaux en matière spatiale. Pour la station spatiale internationale, c'était sans doute encore un peu tôt. Mais nous avons par exemple pris la décision de participer au programme Galileo, suite à une proposition de l'ESA. Nous attendons maintenant une réponse européenne à nos propositions.

Comment organisez-vous les retombées technologiques de l'espace ?

Wang Shaoqi : Nous nous soucions toujours des retombées économiques de notre investissement en matière spatiale pour qu'il irrigue l'ensemble de la société et les autres secteurs de la recherche. Prenons par exemple le domaine de la télédétection, qui est l'une des grandes priorités de notre programme : nous avons réuni les experts en agriculture, en lutte contre les inondations, en ressources géologiques et de nombreux autres secteurs. Tous sont réunis dans un centre technique de l'observation de la Terre, qui essaye d'organiser les retombées dans ce domaine.

Vos satellites sont surtout destinés à des applications (météorologie, télédétection). Vous avez peu de satellites scientifiques...

Wang Shaoqi : C'est vrai, nous commençons tout juste à aborder ce secteur. Nous avons toutefois un programme commun avec l'ESA - Double Star - qui est purement scientifique. C'est un programme qui complète les satellites Cluster. Un satellite sera installé en orbite polaire, l'autre sera en géostationnaire. Le polaire pourra notamment observer les cornets polaires, là où s'engouffre le vent magnétique solaire. Nous avons aussi décidé de construire un télescope spatial d'un mètre de diamètre qui devrait être lancé en 2005. Nous lancerons en 2003 un satellite destiné à l'étude du comportement des semences dans l'espace. Il s'agit là d'un programme mixte, à base scientifique mais avec de bons espoirs d'obtenir des résultats concrets pour l'agriculture. Quant à la microgravité, c'est aussi un domaine que nous étudions très assidûment, avec les capsules récupérables FSW 1 et FSW 2. Nous avons une collaboration en ce domaine avec les Français du CNES et avec les Allemands de Kaiser-Threde. ■