

Le marché international des lanceurs

Par **Hervé GILIBERT**

Directeur technique au sein d'ArianeGroup

Depuis une dizaine d'années, le domaine des lanceurs spatiaux est l'objet de profondes mutations, dans toutes ses dimensions : les techniques de lancement, les technologies associées, le modèle économique, les organisations industrielles, l'association et les implications respectives du public et du privé... Est-il en train d'évoluer vers une classique économie de marché ?

Cette question n'a pas de réponse définitive à ce stade.

Repartant des fondamentaux qui ont donné lieu à l'émergence du transport spatial il y a 60 ans, retraçant ces 60 années de progrès et de transformations successives jusqu'à l'accélération actuelle, nous pesons les enjeux en présence, nous considérons à la fois les extraordinaires perspectives identifiées pour les 2 décennies à venir, le caractère « intense en capital » et le caractère stratégique et dual du domaine, et nous tentons modestement d'éclairer la question.

Depuis une dizaine d'années, le domaine des lanceurs spatiaux est l'objet de profonds changements, dans toutes ses dimensions : les techniques de lancement, les technologies associées, le modèle économique, les organisations industrielles, l'association et les implications respectives du public et du privé... Revenons donc brièvement sur les 60 années d'opération de lancements spatiaux, analysons la situation actuelle et explorons ensuite les perspectives pour la période à venir.

LA GENÈSE, LES ANNÉES 1960-1970 : DU MISSILE STRATÉGIQUE AU LANCEUR SPATIAL

C'est connu, le début de la guerre froide a été le premier accélérateur de l'aventure spatiale avec le développement des capacités de lancement balistique, atteignant des portées de plus en plus longues jusqu'à être intercontinentales, en passant de missiles mono-étages (dérivés initialement des V2 allemands) et ensuite à des missiles bi puis tri-étages. Poussant alors les performances de ces étages propulsifs, on a pu porter le dernier étage et sa charge utile à des vitesses de 8 km/s à l'horizontale au-dessus de l'atmosphère, ce qui est la condition à partir de laquelle cette charge utile est « orbitée » : elle est en chute libre permanente au-dessus de la terre, mais la force centripète liée à sa vitesse horizontale la maintient sur son altitude.

À l'origine il y a donc continuité totale entre le domaine des missiles balistiques intercontinentaux et celui des lanceurs spatiaux. Certains lanceurs, soviétiques notamment, étaient des dérivés directs de missiles stratégiques. De nos jours, cette connexion est évidemment toujours présente, à la fois parce que les technologies employées (propulsion fusée, guidage-pilotage autonome de haute précision...) sont les mêmes et parce que les lanceurs procurent aux États l'accès à l'espace et aux possibilités de surveillance de l'activité terrestre, une capacité elle aussi de nature stratégique. Une conséquence naturelle en est que les techniques et technologies mises en œuvre sur les lanceurs sont

soumises aux strictes règles de contrôle de la non-prolifération, à l'identique des systèmes de missiles balistiques.

Au démarrage, donc, le monde des lanceurs était celui des États, des lancements « institutionnels » (essentiellement militaires, pour les communications à l'échelle de la planète, puis le renseignement : le satellite d'observation voit par-dessus les frontières, voit large et apporte l'information en temps réel) ; il était entièrement gouverné par des agences d'États, qui ont construit une capacité technologique et industrielle sur leurs territoires : la NASA aux États-Unis, le Cnes en France puis l'ESA en Europe, etc.

LES ANNÉES 1980-1990, L'EXPANSION VERS LE PRIVÉ ET L'ORBITE GÉOSTATIONNAIRE

Les années 1980-1990 ont introduit une inflexion vers l'économie privée, avec l'émergence d'opérateurs de télécommunication par satellites, partiellement ou totalement privés. Les opérateurs de lancement, tel Arianespace, société née au tout début des années 1980 pour opérer les lanceurs Ariane conçus sous l'égide de l'ESA, ont ainsi pu démultiplier le nombre d'opérations à l'année, en servant un marché de services spatiaux privés en pleine expansion, en plus du « marché » des lancements institutionnels.

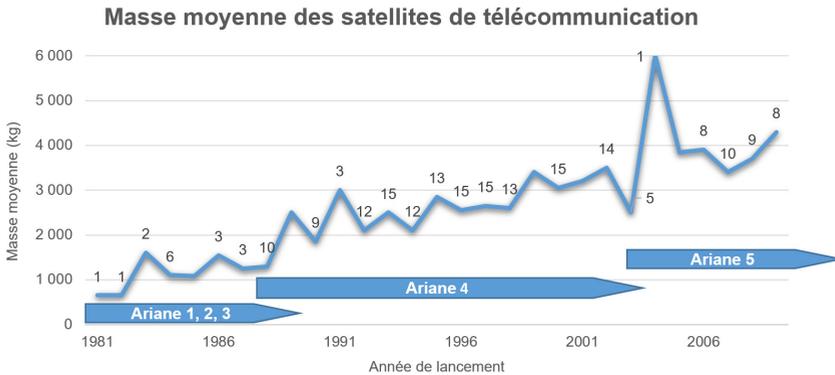


Figure 1 : Satcoms Géo : + 200 kg/an : l'évolution de la masse des satellites, accompagnée par l'évolution des lanceurs Ariane, d'Ariane 1 à Ariane 5 (source : ArianeGroup).



Notons à ce propos la singularité européenne en la matière : là où les autres grands pays spatiaux (États-Unis, Russie, Chine) réalisaient très majoritairement des lancements à but national / militaire, l'Europe et Arianespace étaient sur un régime inverse, avec typiquement 80 % de lancements commerciaux et 20 % de lancements institutionnels. Sur ce point, il faut bien identifier que l'Europe a bénéficié d'une erreur stratégique des États-Unis qui ont focalisé leur approche sur le Space Shuttle, dont les coûts de lancement se sont révélés sans commune mesure avec la promesse initiale et sans commune mesure avec ceux des lancements d'Arianespace, tandis que les lanceurs russes n'ont pas réussi à égaler la fiabilité acquise en Europe avec Ariane.

Largement sous l'impulsion de la France, et avec les succès procurés par cette fiabilité, l'Europe était alors sur une belle dynamique, qui lui a permis d'anticiper et de servir les évolutions du « marché » du transport spatial, notamment l'attrait des satellites de télécommunication vers l'orbite géostationnaire¹ et le grossissement de ces satellites au fil des années : dans cette période et jusqu'aux années 2000, la masse de ces satellites a augmenté continûment, de 200 kg par an en moyenne. Cela a amené l'Europe à augmenter progressivement les capacités d'Ariane 4 jusque vers 4,7 tonnes de charge utile injectée sur l'orbite GTO², puis à exploiter Ariane 5 (initialement développée pour lancer la navette européenne Hermès, abandonnée en 1992) et à en pousser la performance un peu au-delà de 10 tonnes sur cette même orbite.

Fiabilité et masse totale mise en orbite ont été ainsi les deux atouts majeurs de la filière Ariane sur cette période, lui permettant de capter entre 60 et 80 % du marché des lancements dits commerciaux, depuis la fin des années 1990 jusqu'aux années 2010.

LES ANNÉES 2000-2015 : LA TRANSITION VERS L'ÈRE INDUSTRIELLE, LA REDISTRIBUTION PUBLIC-PRIVÉ

Les années 2000-2015 marquent pour leur part l'inflexion du monde des lanceurs lui-même vers le privé, en prolongement de l'évolution vue chez ses clients les années précédentes. Lancer des fusées devient une affaire industrielle, un lancement n'est plus une « tentative de lancement » comme autrefois, l'échec n'est plus une option, la disponibilité et la cadence attendues par les clients doivent être assurées.

À cet égard, en Europe, plus que l'échec de son premier vol en 1996, l'échec en vol d'Ariane 5 en 2002 à l'occasion du premier vol de sa version à haute performance est emblématique : il a déclenché une redistribution des rôles au sein de la communauté concernée, avec un transfert de la maîtrise d'œuvre depuis l'agence spatiale française, le CNES qui agissait dans ce rôle pour le compte de l'ESA, vers l'industrie. Évolution naturelle, très cohérente par exemple de celle de la filière nucléaire ou de certaines filières d'armement : les agences ont donné l'impulsion dans les années 1960 à 1980, elles ont permis de démontrer l'accessibilité du défi technologique initial, elles ont structuré une capacité industrielle qu'elles ont longtemps pilotée, et la recherche de l'efficacité industrielle dans un environnement devenu compétitif à l'échelle mondiale passe ensuite par une responsabilisation plus directe de l'industrie (à elle de trouver les clés de la compétitivité).

Côté américain, les leçons de l'erreur stratégique du Space Shuttle ont été tirées avec son retrait de service et le retour à des lanceurs plus conventionnels, mais la transition de l'ère des pionniers vers l'ère industrielle s'est matérialisée avant tout par l'arrivée sur scène de SpaceX, fondée en 2002 et commençant à opérer son premier lanceur « mi-lourd » en 2012, axé essentiellement vers l'orbite basse³. Partant d'une feuille blanche, dispo-

¹ Orbite géostationnaire : orbite circulaire à 36 000 km d'altitude, dans le plan de l'équateur terrestre, depuis laquelle un satellite tourne autour de la terre à la même vitesse angulaire que cette dernière, et reste donc en station fixe au-dessus du point de l'équateur sur lequel il a été positionné. De là, il voit un bon tiers de la surface terrestre.

² GTO : Geosynchronous Transfer Orbit, orbite de transfert géostationnaire. Orbite elliptique autour de la terre, dont l'apogée est à 36 000 km d'altitude. Sur cette orbite, en activant sa propre propulsion, le satellite augmente l'altitude de son périhélie, point de passage au plus près de la terre, pour le porter lui aussi à 36 000 km et à se trouver alors sur orbite circulaire et géostationnaire.

³ Envoi de satellites vers les orbites circulaires entre 500 et 2 000 km d'altitude, avant que la capacité du lanceur ne soit progressivement accrue, lui permettant de lancer aussi des satellites de plusieurs tonnes vers l'orbite GTO, à l'instar d'Ariane 5 qui injecte deux satellites de ce type à la fois.

sant néanmoins d'un moteur hérité de l'époque de l'aventure américaine vers la Lune, et considérant que le développement et la production d'un lanceur ne sont désormais plus un exploit technique total mais doivent être approchés comme une activité industrielle visant bas coût et robustesse, SpaceX introduit sur le marché un lanceur, le Falcon 9, qui après presque 10 ans de mise au point révèle effectivement ses vertus économiques et sa fiabilité. De plus, SpaceX démontrera à partir de 2015 sa capacité à récupérer et réutiliser le premier étage de ses lanceurs, accédant ainsi à la fois à des cadences de lancement plus élevées et à des coûts d'opération encore réduits.

Cette impulsion de SpaceX a de multiples conséquences.

Elle montre que l'on peut accéder à l'espace circumterrestre avec une barrière à l'entrée nettement abaissée, le coût du lancement. Combinée à la miniaturisation des fonctions de communication ou des capteurs apportée en parallèle par l'électronique grand public, elle ouvre un champ nouveau, le New Space : de multiples acteurs apparaissent, développent et opèrent des satellites miniatures en orbite basse. Tandis que les opérateurs traditionnels de télécommunication envisagent désormais la constitution de constellations de centaines ou milliers de petits satellites en orbite basse, assurant des services de communication à haut débit et faible latence, dont les applications sont multiples et lucratives. SpaceX se lance même en premier dans cette approche, avec sa constellation Starlink.

Elle entraîne aussi un changement de paradigme de la part des autorités des États-Unis à commencer par la Nasa : elles achètent du service de lancement et non plus le développement d'une capacité de lancement qui leur permettra ensuite de lancer leurs satellites. Ce qui ne signifie pas, loin de là, qu'elles n'ont pas soutenu financièrement la constitution de la capacité apportée par SpaceX...

Enfin, plus globalement, elle engendre en partie et soutient en tout cas les prédictions réalisées dans les années 2015-2018 par les grands organismes financiers et prospectifs mondiaux : « il y a trois domaines qui vont connaître une expansion vers un volume d'affaire en trillions de dollars dans les 30 années à venir, il s'agit de ce qui est relatif à l'environnement durable, à la donnée et à son traitement, et enfin à l'espace. Et de plus il faut comprendre que l'espace est un levier clé pour les deux autres domaines ».

LES ANNÉES 2020 ET APRÈS : PERSPECTIVES GRANDIOSES, ÉMERGENCE D'UN VRAI MARCHÉ (?)

Parlant de « l'espace » ci-dessus, on réfère en fait à un espace élargi par rapport au seul environnement circumterrestre (orbite basses et géostationnaires) que nous avons abordé jusque-là : il s'étend désormais jusqu'aux orbites lunaire et martienne, avec une recrudescence des missions vers la Lune, avec aussi la perspective de résidence sur place et d'exploitation des ressources minières par exemple, comme palliatif à l'épuisement à venir de certaines d'entre elles sur Terre. Cette perspective-là fait émerger un concept de « logistique spatiale » et l'on commence à considérer le transport spatial comme une chaîne logistique, avec des hubs intermédiaires sur certaines orbites et non plus des transports point à point comme par exemple le trajet direct de la Terre à la Lune qui requiert forcément des lanceurs très lourds.

Ceci influence directement la conception des lanceurs eux-mêmes, l'illustration la plus représentative en Europe étant celle du lanceur Ariane 6, qui va maintenant remplacer Ariane 5 : outre la nécessité de réduire drastiquement les coûts de lancement (- 40 %), l'abandon d'Ariane 5 et le passage au lanceur Ariane 6 ont été rendus nécessaires par la diversification des missions qui sont désormais demandées par les opérateurs spatiaux ; ainsi grâce à la possibilité d'allumer plusieurs fois le moteur de son étage supérieur en orbite, Ariane 6 autorise toute la panoplie des missions attendues en orbite circumterrestre et au-delà, là où Ariane 5 était spécialisée sur les missions GTO, autorisait

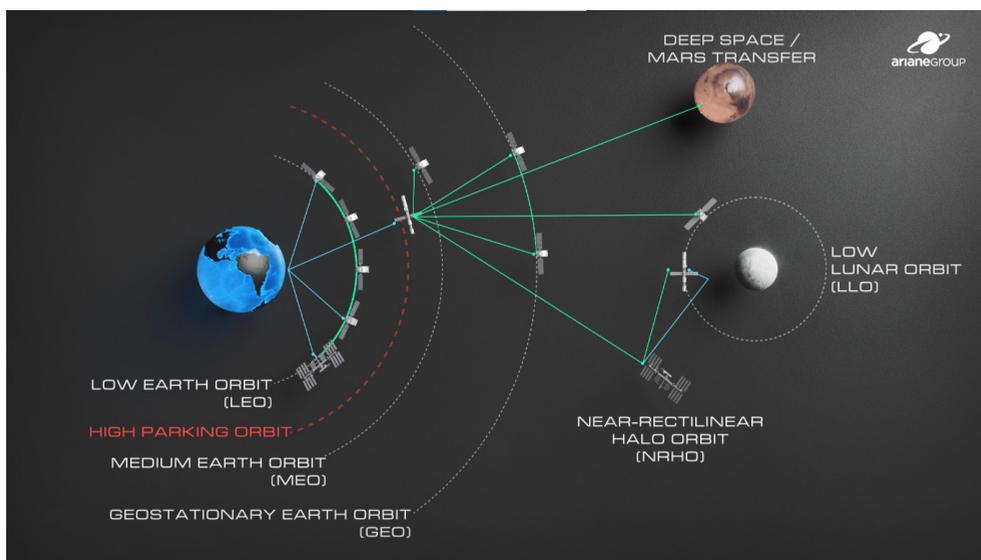


Figure 2 : Concept de logistique spatiale (source : ArianeGroup).

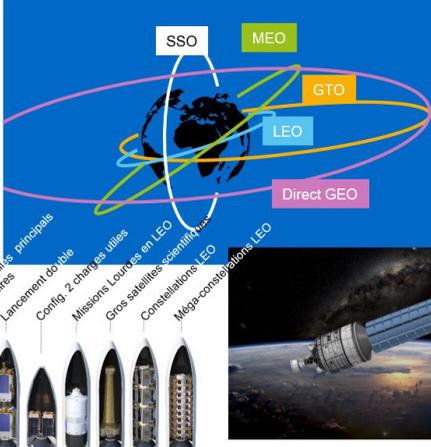
 <p>ARIANE 62 (2 BOOSTERS)</p> <p>Performance 4,5-5 t GTO</p> <p>Masse au décollage 530 t</p> <p>Poussée 816 t</p>		<p>ARIANE 64 (4 BOOSTERS)</p> <p>Performance 12 t GTO</p> <p>Masse au décollage 860 t</p> <p>Poussée 1 530 t</p> 
---	--	--

Figure 3 : Ariane 6 – Polyvalence et flexibilité (source : ArianeGroup).

quelques missions d'exploration comme les missions exceptionnelles récentes pour James Webb Space Telescope et pour JUICE, mais ne permettait pas le déploiement de constellations en orbite basse.

Côté américain, cette trajectoire vers la logistique spatiale engendre par exemple le projet de très gros lanceur Starship, de la part d'Elon Musk chez SpaceX, mais aussi le projet d'un autre milliardaire majeur de notre époque, Jeff Bezos avec son lanceur New Glenn.

Enfin, au-delà de ces cas célèbres, cet environnement et ces perspectives grandioses déclenchent une multiplication des initiatives : les projets de micro-lanceurs se comptent en dizaines par le monde et le paysage des lanceurs mi-lourds ou lourds connaît une expansion inédite. En dehors de rares exceptions, les États sont toujours derrière ces initiatives, mais de moins en moins dans l'approche initiale qui confiait ces développements à leurs agences, et de plus en plus par un soutien au privé.

