



Avis de l'AAE sur

L'Avenir des lanceurs européens



ISBN 978-2-913331-79-2

ISSN 2426 3931

2019

Avis n°9

10€

Les Avis

TABLE DES MATIÈRES

Introduction.....	4
1. New Space et volonté politique se conjuguent pour rénover et relancer l'aventure spatiale.....	6
2. L'Europe ne dispose pas d'une approche partagée entre les principaux acteurs.....	8
3. SpaceX et Blue Origin changent profondément la donne	10
4. La conception et la production des lanceurs concurrents recèlent des innovations en profondeur	13
5. Évolution et après-Ariane 6, dès à présent.....	15

INTRODUCTION

Presque vingt ans après le premier envol d'Ariane 5, qui assure encore aujourd'hui l'accès indépendant de l'Europe à l'espace et a longtemps permis de pérenniser la position d'Arianespace comme leader des lancements commerciaux au plan mondial, la décision a été prise en 2014 de mettre en route le développement d'une nouvelle génération, Ariane 6. Cependant, depuis lors, la pression commerciale, financière et technologique exercée par de nouveaux opérateurs comme SpaceX, qui a pu s'établir grâce au besoin de la NASA de retrouver un accès américain à la Station spatiale internationale, s'est renforcée ; la réutilisation du premier étage du lanceur en est l'un des éléments les plus visibles mais n'en constitue pas la seule explication.

La situation prévisionnelle d'Ariane 6 s'en trouve fragilisée, notamment, dans le domaine commercial suite à l'effondrement actuel du marché par une réduction forte du marché des satellites géostationnaire et les incertitudes du marché potentiel de constellations. C'est pourquoi il est

apparu opportun à l'Académie de l'air et de l'espace de s'interroger sur ce sujet et son contexte général.

Tout en soulignant qu'il s'agit d'une problématique globale, cet Avis se focalise plus particulièrement sur cette question de l'avenir d'Ariane, du fait de son urgence relative. Cependant, Vega est devenu également un lanceur important pour l'accès européen à l'espace dans une gamme de satellites plus petits, et l'avenir de cette classe de lanceur doit également être considéré avec soin. En outre, l'émergence de lanceurs adaptés aux micro et nano-satellites, non étudiée dans ce rapport, contribuera elle aussi, sans aucun doute, à façonner le paysage futur de l'accès à l'espace ; plusieurs projets existent en Europe dans cette catégorie.

Le texte ci-après, que l'Académie a voulu concis, formule cinq recommandations qui, tout en étant de différents niveaux, ont en commun un souci aigu de l'indépendance stratégique de l'Europe, de son unité et d'une ambition technologique renouvelée :

RECOMMANDATION 1 :

Doter à nouveau l'Europe d'un grand dessein spatial, au-delà d'objectifs purement économiques, dont l'accès souverain à l'espace et à son exploration sont une composante majeure.

RECOMMANDATION 2 :

Refonder une véritable alliance stratégique européenne en matière de lanceurs entre France, Allemagne et Italie, ainsi que les autres membres de l'Union européenne et l'ESA. Intégrer à celle-ci l'exigence de préférence européenne.

RECOMMANDATION 3 :

Partager au plus haut niveau politique l'urgence d'une stratégie européenne d'accès à l'espace capable de faire face au scénario de rupture induit notamment par SpaceX et Blue Origin.

RECOMMANDATION 4 :

Comprendre en profondeur comment SpaceX est arrivé à ce niveau de performances techniques et économiques, afin d'en tirer des enseignements pour les lanceurs européens dans leur propre contexte. En faire de même avec Blue Origin et d'autres programmes dès que possible. Établir une fonction permanente de collecte d'information.

RECOMMANDATION 5 :

Financer dès à présent, avec volontarisme, la préparation d'un après-Ariane 6 « en rupture », durablement compétitif et évolutif.

1. NEW SPACE ET VOLONTÉ POLITIQUE SE CONJUGENT POUR RÉNOVER ET RELANCER L'AVENTURE SPATIALE

L'avenir des lanceurs ne peut se concevoir en dehors d'une stratégie spatiale européenne d'ensemble. Actuellement, les États-Unis (du côté privé, ce qui est une nouveauté radicale, mais aussi du côté gouvernemental), la Chine (qui en 2018 est devenue la première puissance en nombre de lancements), et bientôt l'Inde qui accroît son effort, redéfinissent et redéveloppent de véritables **visions** de leur avenir spatial, ambitieuses et représentatives de leur volonté de puissance et/ou de la volonté d'investir dans des révolutions technologiques.

Des méga-constellations liées à Internet aux projets renouvelés de base lunaire habitée puis de voyage vers Mars, ou encore d'exploitation des astéroïdes, ou de protection de la Terre contre des géocroiseurs dangereux, pour ne citer que quelques exemples, c'est tout un « nouveau monde spatial » qui se dessine. Les moyens de lancement en sont partie intégrante.

À l'inverse, l'Europe, deuxième puissance économique mondiale, qui a été capable de promouvoir un éventail cohérent et très ambitieux de programmes voilà une trentaine d'années et de les mener à bien en grande partie, semble en panne de **grand dessein**. Souffle et élan lui manquent. Pourtant un tel grand dessein spatial libérerait plus que jamais un immense potentiel économique, technologique, scientifique, militaire et plus généralement, stratégique ; il serait capable de jouer un rôle fédérateur majeur dans le renforcement de l'idée européenne ; il serait pratiquement sans rival pour encourager l'intérêt (aujourd'hui en déclin) pour la science et la technologie des jeunes générations, dans tous les pays d'Europe.

L'avenir de l'Europe dans la grande aventure spatiale, qui ne saurait se limiter aux applications considérées au cas par cas, risque dès lors de se définir comme une vassalisation vis-à-vis des ambitions américaines ou bientôt chinoises au

travers de coopérations où elle n'aurait qu'un strapontin. Ceci vaut par exemple pour les projets d'exploration spatiale, d'exploitation de l'espace et du vol habité, domaines dans lesquels, hormis son excellence en matière de sciences de l'Univers, l'Europe n'a plus de stratégie perceptible (autre que sectorielle) depuis longtemps alors même qu'ailleurs, la conjonction du « New Space » et de volontés politiques redonne une nouvelle impulsion à ces sujets.

Il est urgent de retrouver l'élan qui fut celui des débuts en 1975, puis celui d'Ariane 5, Hermès, Columbus, Envisat, Horizon 2000, etc. en 1985. Ceci ne peut se faire qu'au niveau politique le plus élevé, c'est-à-dire celui des chefs d'État et de gouvernement, niveau auquel il serait judicieux de réunir les instances de l'Union européenne et de l'Agence spatiale européenne. Cette vision devrait être globale, dépassant dans la mesure du possible les marchandages entre États qui tendent souvent vers une addition de programmes plus ou moins disparates à titre de compromis. Elle devrait aussi encourager plus largement et plus méthodiquement des initiatives privées diversifiées, elles aussi ambitieuses.

C'est en liaison avec une telle vision retrouvée que l'accès à l'espace doit être reconsidéré, comme outil essentiel et incontournable de **souveraineté**. Au moment où se dessinent d'une part un

renforcement de l'Europe de la défense, d'autre part une expansion des applications et services issus des moyens spatiaux, la liberté d'accès à l'espace est essentielle. Les succès commerciaux d'Arianespace avec Ariane 1 à 5 ont pu occulter cet objectif fondamental, qui est parfois apparu, superficiellement, comme « donné par surcroît », alors qu'il est au cœur de la justification de la pérennité de systèmes de lancements européens indépendants. Afin d'être efficace et applicable, une stratégie spatiale européenne doit comporter un modèle volontariste des services de lancement européens à l'échelle mondiale.

RECOMMANDATION N°1 :

Doter à nouveau l'Europe d'un grand dessein spatial, au-delà d'objectifs purement économiques, dont l'accès souverain à l'espace et à son exploration sont une composante majeure.

Venons-en maintenant à la question des lanceurs.

2. L'EUROPE NE DISPOSE PAS D'UNE APPROCHE PARTAGÉE ENTRE LES PRINCIPAUX ACTEURS

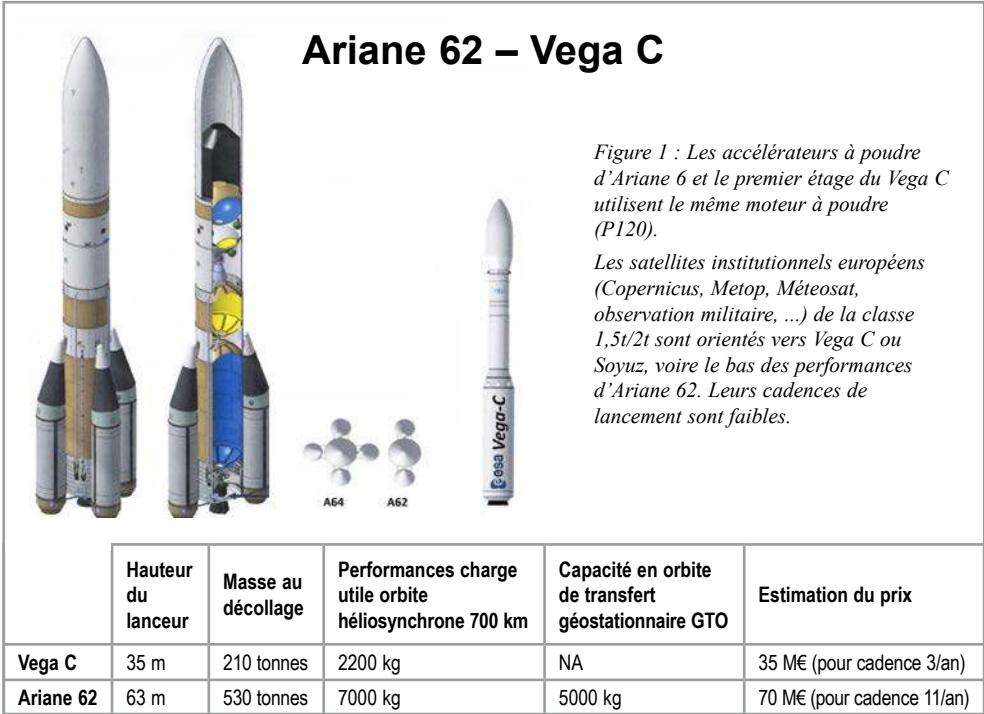
Les évolutions de Vega (Vega E, qui reste encore à préciser), les discussions autour du P120 commun à Ariane 6 et Vega, l'arrivée annoncée d'un moteur Lox-LCH4 pour le remplacement de l'AVUM (moteur de l'étage supérieur de Vega, d'origine ukrainienne), sont des éléments qui montrent que tôt ou tard la situation entre le monde Ariane (A62) et Vega risque de se raidir, en particulier pour les lancements institutionnels européens. En effet, alors même que pour l'un et l'autre lanceur ces lancements institutionnels, avec un nombre minimal garanti, constituent une base fondamentale de leur viabilité économique, les besoins correspondants risquent de se situer plutôt dans le bas de la gamme d'emport d'Ariane 6, tandis que les performances du futur Vega E se rapprocheront de celles d'Ariane 62.

Alors même que les deux lanceurs ont partie liée à travers les propulseurs à poudre d'A6, qui sont aussi le premier étage de Vega, les relations actuelles entre les deux « systèmes » ne sont pas

satisfaisantes, ni entre les sociétés ni entre les agences concernées.

Quoique l'Italie soit devenue un acteur de premier plan dans le domaine des lanceurs (ou peut-être justement pour cette raison), il n'existe pas de vision partagée à long terme, mais plutôt une forme de disjonction que l'Europe ne peut se permettre (sauf éventuellement au stade de la R&T pour des raisons de compétitivité). Il faut que l'Italie fasse partie avec l'Allemagne et la France du leadership de l'accès européen à l'espace et qu'elle soit parfaitement intégrée à la problématique.

Les acteurs étatiques et industriels doivent travailler en parfaite intelligence : l'Union européenne, l'Agence spatiale européenne, les agences nationales CNES en France, DLR en Allemagne et ASI en Italie, ainsi qu'Ariane Group et Avio, les maîtres d'œuvre industriels d'Ariane et de Vega, doivent se rassembler face à la volonté évidente des autres puissances de réduire



le rôle de l'Europe, et converger vers une vision commune de leur avenir.

Par ailleurs, il a déjà été dit et redit, dans toutes les instances possibles, qu'il était indispensable que l'Europe – l'Union, l'ESA, Eumetsat, chaque État membre – en vienne enfin à garantir, pourvu que certaines conditions de disponibilité et de prix préétablies soient respectées, une préférence européenne en matière de moyens de lancement qui est loin d'avoir toujours été respectée (même s'il faut souligner la politique de l'UE pour le lancement de Galileo par les moyens d'Arianespace). Il est inutile d'y revenir plus longuement ici : c'est même une question de bon

sens politique et stratégique, et l'obtention d'un tel engagement est une condition de réussite d'une Europe spatiale pérenne.

RECOMMANDATION N°2 :

Refonder une véritable alliance stratégique européenne en matière de lanceurs entre France, Allemagne et Italie, ainsi que les autres membres de l'Union européenne et l'ESA. Intégrer à celle-ci l'exigence de préférence européenne.

3. SPACE-X ET BLUE ORIGIN CHANGENT PROFONDÉMENT LA DONNE

Le caractère redoutable du défi lancé à l'Europe par SpaceX est connu depuis l'origine du développement d'Ariane 6 : il a même constitué un élément essentiel dans la décision politique du programme Ariane 6. Mais quatre années plus tard, force est de constater que SpaceX, avec l'aide des institutionnels américains, est allé encore plus loin et encore plus vite que les estimations de l'époque.

SpaceX, sur la base du Falcon 9, a créé un scénario de rupture, fondé sur une grande ambition, des choix techniques novateurs, en matière de propulsion, d'allègement des structures, etc., avec notamment la réutilisation du premier étage (un succès technique qui apportera sans doute, bien que cela reste à démontrer formellement, un bénéfice économique). Même s'il a bénéficié d'un soutien *considérable* de l'État américain à travers des commandes institutionnelles (à un prix double du prix commercial...), le succès de SpaceX est aussi dû au fait qu'au bout d'un processus d'évolution incessant,

Falcon 9 présente un rapport coût/performance remarquable. En outre, au-delà de ses succès actuels, SpaceX contribue fortement à « donner du sens » à l'aventure spatiale : quoi que l'on puisse penser du réalisme du projet d'exploration humaine de Mars tel qu'il est porté par Elon Musk, il entretient une remarquable dynamique entrepreneuriale et technique. En parallèle, Jeff Bezos dont les moyens financiers propres sont largement plus importants, poursuit le développement de Blue Origin avec discrétion mais apparemment une grande efficacité – là encore avec des objectifs affichés de réutilisation. D'autres initiatives existent (Virgin Galactic...). Ce « New Space » des milliardaires issus de l'économie digitale crée des conditions tout à fait nouvelles et révolutionne le marché des lancements commerciaux (même si ce n'est pas forcément leur cible principale) dont Ariane a été le champion incontesté pendant trois décennies.

Il en résulte, pour les lanceurs européens, une situation non seulement inédite, mais

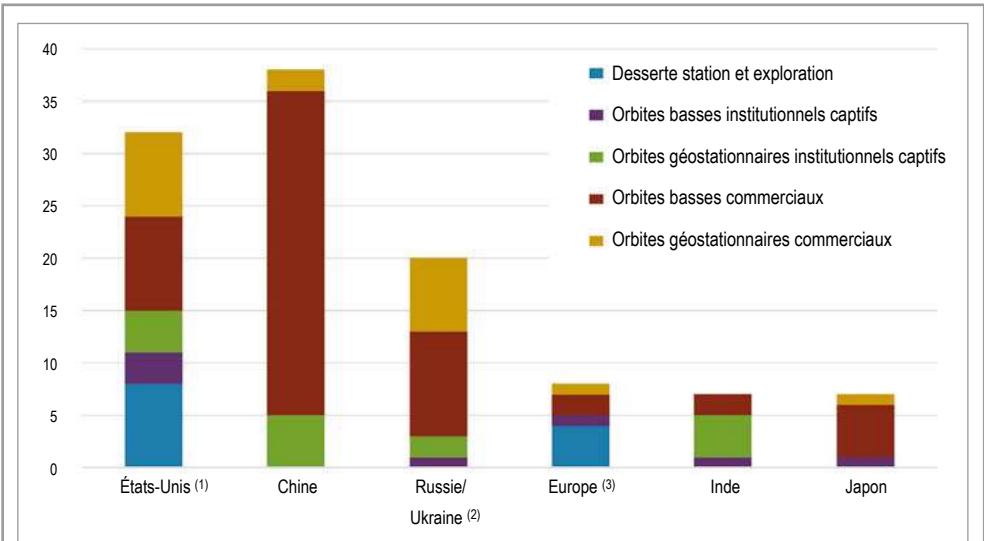


Figure 2 : Certains lancements font des mises à poste multiples (lancements doubles ou en grappe)

(1) dont 21 pour Space X (sur 32) avec 8 charges utiles GTO télécom commerciaux

(2) dont 15 Soyouz pour 20 lancements

(3) dont 6 Ariane 5 (4 ECA lancement double pour 8 GTO télécom commerciaux, 1 ECA Bepi Colombo, 1 ES pour 4 Galileo) + 2 Vega.

112 lancements ont été réalisés dans le monde mettant à poste 452 charges utiles.

Les orbites géostationnaires sont principalement affectées aux satellites télécom commerciaux. Les orbites plus basses (LEO, SSO, MEO) sont plus orientées vers les besoins institutionnels (navigation, observation, militaires, météo, ...).

très grave. L'objectif de prix affiché pour Ariane 64 de 130 M\$ (environ 65 M\$ par charge utile en lancement double) est d'ores et déjà fortement attaqué par une politique de prix agressive de SpaceX (50-62 M\$ sur le marché commercial et souvent au-delà de 100 M\$ pour des offres aux institutions US) et très probablement de Blue Origin. Celle-ci, rappelons-le, est renforcée par les nombreuses commandes d'un marché institutionnel US captif ; en outre elle dispose encore selon

toute probabilité d'un potentiel de réduction ultérieur, ne serait-ce qu'avec l'optimisation de la réutilisation.

Notons en outre que la situation de Vega n'est pas exempte non plus d'une concurrence internationale préoccupante, comme par exemple celle du lanceur indien PSLV qui bénéficie de faibles coûts de main d'œuvre.

S'il convient d'attendre d'Arianespace une politique commerciale innovante et perspicace sur le marché mondial, seul un

sursaut politique volontariste et inscrit dans une vision globale comme indiqué plus haut peut restaurer une situation acceptable pour les lanceurs européens : ceci repose d'une part sur une compréhension détaillée du système SpaceX et d'autres, d'autre part (et surtout) sur la mise en œuvre d'une stratégie européenne partagée par tous les acteurs de l'évolution de ses lanceurs pour améliorer leur compétitivité.

Cette stratégie devrait inclure aussi une réflexion innovante sur des instruments financiers propres à compléter les indis-

pensables financements publics des développements.

RECOMMANDATION N°3 :

Partager au plus haut niveau politique l'urgence d'une stratégie européenne d'accès à l'espace capable de faire face au scénario de rupture induit notamment par SpaceX et Blue Origin.

4. LA CONCEPTION ET LA PRODUCTION DES LANCEURS CONCURRENTS RECÈLENT DES INNOVATIONS EN PROFONDEUR

La « reconstitution » technique et économique des produits concurrents (ici, des lanceurs) est, ou devrait être, une pratique de base absolument indispensable dans tout projet nouveau. Une compréhension rigoureuse de ce qui se fait ailleurs, bien au-delà d'une curiosité naturelle, est toujours et partout indispensable. Les publications existantes sont toujours très riches d'enseignements. La reconstitution du Falcon 9 a été partiellement entreprise (notamment au CNES et chez Ariane Group) ; mais il convient d'en faire plus et d'aller jusqu'au bout de l'exercice, voire de créer un observatoire permanent chargé de cette activité.

Trois axes majeurs doivent être explorés et analysés en profondeur : l'approche management du projet, les critères de dimensionnement, les technologies retenues, ainsi que, comme résultante de ce qui précède (mais plus difficile), les coûts de production et d'opération.

a) Approche managériale et méthodologique

L'organisation de SpaceX se caractérise par une forte horizontalité (conséquence aussi d'un leadership très personnel d'Elon Musk) et une forte réactivité, à l'image de la start-up qu'elle était encore il y a peu de temps. Elle confirme voire accentue une prise de risque (jusqu'à l'acceptation de l'échec) supérieure à ce que la culture acquise en Europe est prête à tolérer. La définition du lanceur évolue au fil de l'eau, de façon à introduire toute amélioration possible au plus tôt. De 2010 à 2018, SpaceX a fait évoluer le Falcon 9, dont sa propulsion, au travers de 10 versions successives permettant de doubler la capacité de lancement sans augmenter le prix du lancement ! L'approche managériale et les processus doivent être adaptés d'une part à une gestion des risques renouvelée et affinée,

d'autre part aux capacités modernes des technologies de l'information.

b) Critères de dimensionnement et technologies

Les indices constructifs (rapport de la masse de structure à la masse totale) affichés sur les éléments structuraux et propulsifs du lanceur sont exceptionnels : grossièrement, deux fois moins que ce que les Européens atteignent avec leurs technologies et leurs règles de dimensionnement actuelles. Ces bilans autorisent de fait une architecture de type « bi-étage », condition pour une récupération du premier étage pertinente. Il faut comprendre dans tous les domaines l'origine de ce niveau exceptionnel de performances.

La conception des lanceurs Falcon utilise un certain nombre de technologies différentes de celles pratiquées sur Ariane 6 ; certaines d'entre elles sont connues et disponibles en Europe. Une revue fine et experte de ces technologies est indispensable (matériaux, gestion des ergols, propulsion, etc.).

c) Coûts

Le processus de production et d'opération du Falcon 9 est assez bien connu : il s'agit d'un processus très intégré employant souvent des technologies très avancées. Il serait trop rapide et superficiel de considérer qu'une centralisation totale de la production de tous les éléments, et de leur

intégration, dans une seule usine est par définition une solution optimale (c'est loin d'être l'exemple donné par l'aéronautique). Le processus de Blue Origin par contre reste dans l'ombre. Certains modèles d'analyses tendent à montrer que les prix du Falcon 9 semblent cohérents avec les coûts tels qu'analysés. Cependant, pour obtenir un résultat suffisamment sûr, il est indispensable de confronter plusieurs modèles, plusieurs expertises : établir une base solide de connaissance des coûts de la concurrence sur le marché. Ceci constitue une tâche primordiale et urgente par la création d'une entité de collecte et d'analyse d'information de haute qualité.

RECOMMANDATION N°4 :

Comprendre en profondeur comment SpaceX est arrivé à ce niveau de performances techniques et économiques, afin d'en tirer des enseignements pour les lanceurs européens dans leur propre contexte. En faire de même avec Blue Origin et d'autres programmes dès que possible. Établir une fonction permanente de collecte d'information.

5. ÉVOLUTION ET APRÈS-ARIANE 6, DÈS À PRÉSENT

En premier lieu, malgré une situation commerciale très difficile dans un marché incertain, **il convient d'aller jusqu'au bout du développement d'Ariane 6** – dont la versatilité est un atout –, et d'assurer sa montée en production, mais ceci n'a de sens que si, en même temps et de toute urgence, l'ensemble de la vision à moyen et à long terme est prise en compte et donne lieu à des financements suffisants ; faute de quoi l'avenir de la filière des lanceurs en Europe serait en péril. Cette vision doit également permettre de préparer la génération suivante en parallèle de la vie opérationnelle du lanceur en exploitation, stratégie éprouvée depuis des décennies et plus indispensable que jamais.

Il pourrait être tentant de « replier » l'utilisation d'Ariane sur les seuls besoins institutionnels européens, en faisant valoir qu'au moins Ariane 6 réduit les coûts de production unitaire par rapport à Ariane 5 ; on ne manquera pas d'observer en outre que Vega C puis E font aussi partie, tout autant, de la panoplie dispo-

nible. Le marché commercial serait alors abandonné à d'autres, sous la domination de SpaceX ou plus tard de Blue Origin pour ne citer que ces deux-là. Ce serait là une erreur fondamentale, qui tournerait le dos à toute la philosophie d'Ariane depuis les origines. Seule une présence forte sur le marché commercial permet de maintenir des cadences suffisantes, garantes de la qualité et de la fiabilité, et d'assurer des niveaux de coûts récurrents acceptables pour tous. Il n'a déjà pas été possible d'obtenir, jusqu'à présent, la garantie de préférence européenne (voir plus haut) avec des prix issus d'un modèle de marché incluant une forte proportion de lancements commerciaux : qu'en serait-il avec des coûts répartis sur les seuls lancements institutionnels, dont l'insuffisance est notoire et endémique en Europe ?

L'incertitude du marché commercial et le fait que le développement de nouveaux lanceurs sera plus long que celui de leurs charges utiles, requièrent le maintien d'une grande flexibilité dans l'architecture

des futurs lanceurs. En effet, la gestation difficile mais peut-être prometteuse de méga-constellations provoque en même temps l'attentisme des développeurs des systèmes classiques (géostationnaires). Nul ne peut prétendre savoir aujourd'hui vers quel équilibre tendront les systèmes satellitaires de demain : combien de constellations, combien de géostationnaires, quel rôle pour les microsatellites, etc. ?

Distinguons deux horizons qui doivent tous deux être préparés dès à présent :

- Pour l'horizon 2023 : Au début de son cycle de vie, Ariane 6 présente des opportunités d'améliorations incrémentales permettant à assez brève échéance d'améliorer sa compétitivité
- En parallèle il faut mener à cadence forcée l'ensemble des travaux technologiques et d'architecture, dont principalement la propulsion, avec pour objectif de dégager de nouvelles pistes de fortes réductions de coûts, jusqu'à **la définition d'un nouveau lanceur pouvant prendre le relais d'Ariane 6 avant la fin de la prochaine décennie**. La réutilisation du premier étage est potentiellement un élément très important de cette compétitivité, à condition

La réutilisation n'est pas une fin en soi, c'est un des contributeurs possibles à la réduction des coûts du service de lancement qu'il faut considérer dans sa globalité en incluant, dans le contexte d'utilisation des lanceurs européens, les pertes de performances inévitables, la complexité opérationnelle et les effets collatéraux sur l'outil industriel par l'impact sur la cadence de production.

SpaceX et Blue Origin démontrent l'efficacité du concept "Toss-back" du premier étage (retour grâce à la propulsion principale et atterrissage à la verticale). Ce concept, mais aussi tous les concepts possibles de réutilisation, imposent une conception spécifique du lanceur, différente par nature de celle d'Ariane 6.

Il est souhaitable d'intégrer les réflexions sur ces architectures, en y associant les développements technologiques appropriées (propulsion, etc.) : elles seront de toute façon profitables aux performances et aux coûts ; à terme, si les évolutions du marché l'exigent et si une augmentation des cadences raisonnablement accessibles le justifie, l'introduction effective d'une réutilisation sera rendue possible.

qu'elle se justifie dans le contexte d'utilisation du lanceur européen ; en effet, **il existe un optimum de cadence de lancement en-deçà duquel le rapport des coûts fixes aux coûts variables ne justifie pas la réutilisation.** En outre, il ne s'agit pas de « copier » le lanceur Falcon 9 d'aujourd'hui, pour un lanceur post-A6 qui serait disponible dans dix ans : dix ans, c'est à peu près ce qui sépare dans certains domaines la technologie européenne actuelle de celle démontrée par SpaceX. Il faut trouver les moyens d'aller au-delà, de faire « encore mieux » dans la réduction du coût de lancement et/ou de se différencier dans l'offre de service (par exemple : déconnexion possible du lancement en orbite basse et du transfert orbital vers l'orbite de service).

Les études actuellement lancées sont pertinentes : le démonstrateur Prometheus de moteur LOx-méthane dont certaines technologies peuvent aussi avoir des retombées à court terme ; le précurseur de technologies de réutilisation d'étage Callisto ; le démonstrateur d'étage réutilisable Themis.

Cependant elles sont d'un volume et d'un rythme bien trop faibles, faute d'un budget permettant d'engager un développement de ce nouveau lanceur vers 2023. Et elles ne suffisent pas. Il faut dès à présent engager des études d'architecture du futur lanceur pour guider les développements technologiques.

Dès lors, tous les domaines doivent être réanalysés en profondeur et sans préjugés : gouvernance, management de projet, architectures et dimensionnements, technologies, opérations et mise en œuvre... L'Europe a 40 années de savoir-faire qu'elle doit valoriser.

RECOMMANDATION N°5 :
Financer dès à présent, avec volontarisme, la préparation d'un après-Ariane 6 « en rupture », durablement compétitif et évolutif.

La préparation du Conseil de l'ESA au niveau ministériel, fin 2019, devrait permettre de déterminer les meilleures solutions aux défis que rencontre la filière des lanceurs européens, tout en les plaçant dans un contexte stratégique très large, qui est celui de l'espace de demain dans son ensemble. Par cet Avis et ses recommandations, l'Académie de l'air et de l'espace n'a d'autre but que de contribuer à ce débat crucial.

© Académie de l'air et de l'espace, mai 2019. Tous droits réservés.

Dépôt légal mai 2019

ACADÉMIE DE L'AIR ET DE L'ESPACE

Ancien observatoire de Jolimont

1 avenue Camille Flammarion

31500 Toulouse – France

contact@academie-air-espace.com

Tél : +33 (0)5 34 25 03 80

www.academieairespace.com

Imprimé par :

Equinox imprimerie – Z. I. de Gabor – 81370 Saint-Sulpice

ISBN 978-2-913331-79-2

ISSN 2426 3931

Images crédits ESA