



ESPACE

# LA GUERRE DES LANCEURS EST DÉCLARÉE

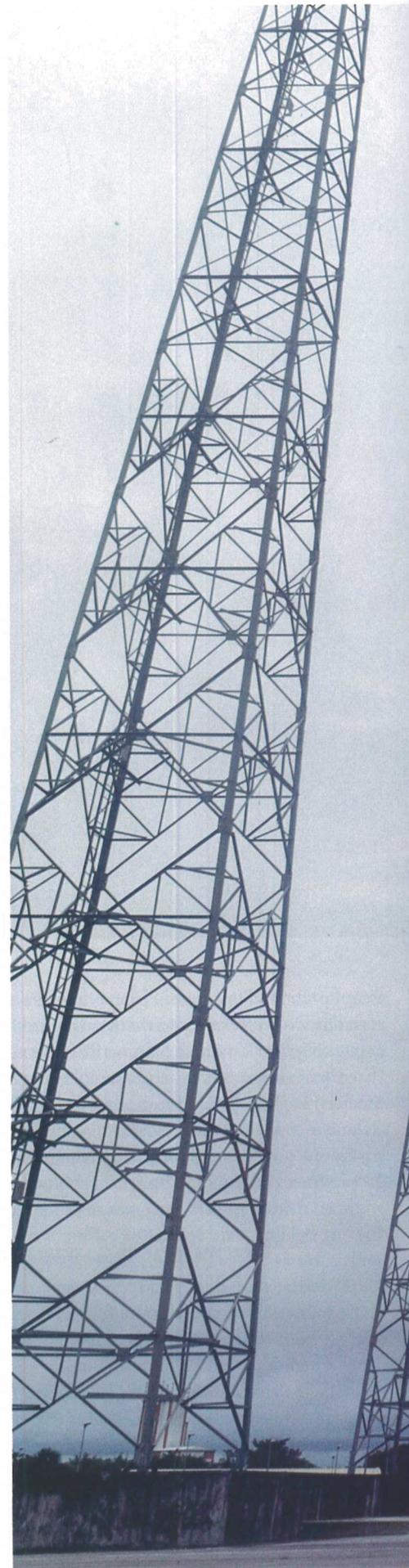
Pour placer toujours plus de satellites autour de la Terre, les lanceurs spatiaux se multiplient, chacun tentant de s'arroger un bout du ciel. Une nouvelle donne qui touche Ariane.

**A**riane. Cela vous dit quelque chose? S'il ne s'agit pas de la demi-sœur du Minotaure, c'est que l'on évoque la célèbre fusée européenne dont la première version a effectué son vol inaugural en décembre 1979. Mais connaissez-vous Proton, Angara, Delta, Atlas, Longue Marche ou encore Vega, Epsilon et même Eole ou Swords? Ce sont tous des lanceurs spatiaux, en activité ou encore au stade de projets, conçus pour placer des objets fonctionnels dans l'espace. Dans les années 1980, seuls quelques lanceurs américains, russes et européens se partageaient le marché de l'espace. Une trentaine sont actuellement en service et ce chiffre pourrait doubler d'ici à 2025.

Pourquoi un tel foisonnement? Première raison: la tendance à l'embonpoint des satellites de télécommunications. En vingt ans, leur masse a doublé, leur permettant d'embarquer plus de fonctionnalités et de quoi garantir une durée de vie accrue. La seconde: l'émergence de nouveaux besoins, pour placer des satellites de plus petite taille sur des orbites basses, pour les observations scientifiques par exemple. Ce

qui impose aux véhicules qui les emportent de s'adapter à ces nouvelles spécificités. Le tout dans un contexte où le nombre de pays qui cherchent à se développer dans l'espace ne cesse de croître. Avec un objectif majeur: être le plus compétitif possible. Et pour cela, chacun tente de développer des familles de lanceurs adaptés à chaque niveau de charge, pour diminuer les coûts de lancement tout en garantissant une fiabilité optimale.

C'est dans cette optique que l'Europe a acté, en novembre 2012, la décision d'élaborer une nouvelle fusée, Ariane 6, dont le premier vol n'est pas attendu avant 2021. En complément de l'actuelle Ariane 5, conçue pour envoyer deux satellites (jusqu'à 9,5 tonnes au total) en orbite géostationnaire. Et de la future Ariane 5 ME (pour Midlife Evolution), capable d'emporter jusqu'à 12 tonnes et qui devrait voir le jour d'ici à 2018. "Nous ne cherchons pas à introduire d'innovations fortes, mais à valoriser les travaux que nous menons depuis dix ans en recherche et technologie", prévient Philippe Pascal, le sous-directeur des techniques des systèmes de transport spatial au Cnes (l'agence française de l'espace). Plus petit que la version 5, ce nouveau





▲ Pour placer en orbite de petits satellites, Ariane 5 a désormais un petit frère : le lanceur léger Vega.



lanceur sera dédié à la mise en orbite d'une seule charge utile à la fois, de 2 à 8 tonnes. "Même si ce n'est pas réhabilitaire, c'est compliqué de lancer deux satellites, car il faut deux clients prêts en même temps. En n'en envoyant qu'un, cela permet de s'affranchir d'une contrainte", explique le scientifique du Cnes.

Si la configuration définitive d'Ariane 6 est encore à l'étude, on sait déjà qu'elle sera constituée de deux étages à propergol solide et d'un troisième étage cryogénique à propulsion liquide (hydrogène-oxygène). Pour s'extraire de l'attraction terrestre, trois moteurs identiques devraient équiper le premier étage. Le second étage pourrait être muni d'un moteur quasiment analogue. "Cela permettrait de constituer une filière et donc de rationaliser les coûts de production en bénéficiant d'un effet de standardisation", insiste Philippe Pascal. Quant au dernier étage, il sera propulsé par le moteur Vinci en cours de développement, commun à

la version Ariane 5 ME. Plus performant que son prédécesseur HM-7B, puisqu'il est capable de pousser 18 tonnes contre 7, le moteur Vinci offre une fonctionnalité essentielle : il peut être rallumé en cours de route. Il était temps ! Tous ses concurrents, le russe Proton, les lanceurs du Pentagone Atlas V ou Delta IV en sont déjà dotés. Le rallumage permet plus de variétés dans les stratégies de mise en orbite mais aussi plus de précision. Mieux positionnés sur l'orbite, les satellites peuvent préserver leur énergie pour augmenter leur durée de vie, plutôt que de l'utiliser à aller se placer correctement. Autre intérêt : "Nous pouvons faire en sorte qu'une fois la mission terminée, le dernier étage se désorbite afin de retomber de façon contrôlée, dans le cadre d'une meilleure gestion des débris spatiaux", affirme Jean-Lin Fournereaux, adjoint au directeur général délégué des opérations et directeur espace chez le motoriste Safran (lire encadré).

Des avantages cruciaux pour contrer la concurrence. De l'autre côté de l'Atlantique, l'acteur privé américain SpaceX prépare déjà la riposte, en développant deux concurrents potentiels d'Ariane : le Falcon 9 et le Falcon Heavy. Ce dernier, qui se veut aussi puissant que quinze Boeing 747, pourra placer 57 tonnes en orbite basse et 12 tonnes en orbite géostationnaire. SpaceX affiche des coûts de lancement inférieurs à 100 millions d'euros contre 150 millions environ pour Ariane 5. Malgré des retards de calendrier, les premiers vols de démonstration du Falcon Heavy restent annoncés pour cette année. En parallèle, la Nasa (l'agence spatiale américaine) continue de travailler au Space launch system (SLS), un projet de lanceur lourd présenté en 2011 et prévu pour 2017. Mais sa version évoluée pensée pour placer la bagatelle de 130 tonnes en orbite basse pourrait bien être compromise par les coupes budgétaires que vient de subir le pays. Quant à la Chine, elle

## LES TYPES DE LANCEURS SE MULTIPLIENT POUR UN ACCÈS À L'ESPACE À LA CARTE

Pas moins d'une trentaine de fusées se partagent le marché du lancement de satellites. Désormais, à côté des lanceurs lourds trônent des engins de plus petite capacité pouvant prendre en charge le nombre croissant de satellites à placer sur orbite.

### Lanceurs de nanosatellites

- Eole (France)**  
Capacité : 10 à 50 kg.  
Portée : orbite basse.  
Type : lanceur aéroporté.  
Statut : en développement.
- Alasa (Etats-Unis)**  
Capacité : 45 kg.  
Portée : orbite basse.  
Type : lanceur aéroporté.  
Statut : test prévu en 2013.
- Swords (Etats-Unis)**  
Capacité : 25 kg.  
Portée : 750 km.  
Statut : test prévu en 2014.
- Naro (Corée du Sud)**  
Capacité : 100 kg.  
Portée : orbite basse.  
Statut : actif depuis 2009.
- Unha-3 (Corée du Nord)**  
Capacité : 100 kg.  
Portée : orbite basse.  
Statut : actif depuis 2012.

### Lanceurs légers

- Vega (Europe)**  
Capacité : 300 kg à 2,5 t.  
Portée : orbite basse et polaire.  
Statut : actif depuis 2012.
- Epsilon (Japon)**  
Capacité : 1,2 t.  
Portée : orbite basse.  
Statut : test prévu en 2013.
- Longue Marche 6 (Chine)**  
Capacité : 1,5 t.  
Portée : orbite basse.  
Statut : test prévu en 2016.
- Rocket (Russie)**  
Capacité : 1,8 t.  
Portée : orbite basse.  
Statut : actif depuis 1990.
- Angara 1.2 (Russie)**  
Capacité : 3,7 t.  
Portée : orbite basse.  
Statut : en développement.
- Stratolaunch (Etats-Unis)**  
Capacité : jusqu'à 4,5 t.  
Portée : orbite basse.  
Statut : test prévu en 2016.

### Lanceurs moyens

- Longue Marche 3 (Chine)**  
Capacité : 1,2 à 3,8 t.  
Portée : orbite géostationnaire.  
Statut : actif depuis 2008.
- Soyouz (Russie)**  
Capacité : 1,9 à 4,9 t.  
Portée : orbite géo.  
Statut : en activité.
- Antares (Etats-Unis)**  
Capacité : 3,2 à 5,5 t.  
Portée : orbite géo.  
Statut : test prévu en 2013.

### Lanceurs lourds

- Ariane 5 ECA (Europe)**  
Capacité : 10,5 t.  
Portée : orbite géostationnaire.  
Statut : actif depuis 2012.
- Ariane 6 (Europe)**  
Capacité : 9,5 t.  
Portée : orbite géostationnaire.  
Statut : en développement.
- Falcon 9 (Etats-Unis)**  
Capacité : 4 à 10 t.  
Portée : orbite géostationnaire.  
Statut : actif depuis 2010.
- Proton (Russie)**  
Capacité : 4 à 22 t.  
Portée : orbite géostationnaire.  
Statut : actif.
- Angara 5 (Russie)**  
Capacité : 2,8 à 25 t.  
Portée : orbite géostationnaire.  
Statut : en développement.
- Delta (Etats-Unis)**  
Capacité : 1,2 à 22 t.  
Portée : toutes orbites et plus.  
Statut : actif.
- Atlas V (Etats-Unis)**  
Capacité : 2 à 20 t.  
Portée : toutes orbites.  
Statut : actif.
- Longue Marche 7 (Chine)**  
Capacité : 10 t.  
Portée : orbite géo.  
Statut : en développement.
- H-II B (Japon)**  
Capacité : 8 à 16 t.  
Portée : toutes orbites.  
Statut : actif depuis 2008.

Orbite géostationnaire (36 000 km)

Orbite basse (jusqu'à 2 000 km)



Eole



Vega



Soyouz ST-B



H-II B

confirme ses ambitions lunaires en travaillant à la définition du Longue Marche 9. Deux architectures bi-étage avec quatre accélérateurs latéraux sont à l'étude. Mais son premier vol n'est pas attendu avant 2025-2030...

Pour de nombreuses missions scientifiques, ces gros lanceurs sont surdimensionnés. Les petits satellites dédiés à l'observation de la Terre n'ont pas besoin des mêmes performances pour être mis en orbites basses, entre 350 et 1 400 km d'altitude, que les imposants satellites commerciaux en rotation à 36 000 km au-dessus de l'équateur. C'est pourquoi l'Europe a aussi développé Vega, un lanceur léger. Doté pour son dernier étage d'un petit moteur rallumable à propulsion liquide, stockable à température ambiante, Vega peut placer des charges utiles dont la masse varie entre 300 et 2 500 kg, selon l'orbite, avec toujours ce souci de l'optimisation des coûts. "Nous étudions les synergies possibles avec Ariane, d'un point de vue industriel afin

de limiter les coûts de production", rappelle Stefano Bianchi, le responsable du programme Vega à l'ESA (l'agence spatiale européenne). Vega pourra par exemple profiter des ensembles de préparation de charges utiles qui servent à Ariane 5, ce qui limiterait à 32 millions d'euros le coût d'un lancement de 1 500 kg. Après un vol de qualification réalisé en février 2012, ce petit lanceur vient de réussir son deuxième vol en mai dernier. De son côté, le Japon est sur le point de lancer son propre lanceur léger Epsilon. Cet autre poids plume, pourvu d'intelligence artificielle, pourrait s'auto-contrôler et veiller à son fonctionnement de façon autonome, simplifiant ainsi les procédures effectuées avant et pendant le lancement. Quant au petit lanceur chinois Longue Marche 6, prévu pour assurer l'accès rapide à l'espace de la Chine, il devrait entrer en service entre 2014 et 2016.

### L'ENVOL DES NANO-SATELLITES

La diversification des charges à mettre en orbite ne s'arrête pas là et voit l'émergence d'un nouveau marché de niche qui commence à éveiller des convoitises. Celui des nano-satellites. Pour placer ces petites charges de 10 à 50 kg en orbite basse – pour des besoins de relais de communication ou d'observation de zones bien définies – il faut développer des lanceurs spécifiques, encore plus compétitifs en termes de coûts et en réactivité. En effet, les nano-satellites sont aujourd'hui embarqués comme "passagers" au côté de satellites commerciaux et sont donc dépendants du calendrier de lancement de ces derniers. La Nasa en partenariat avec l'armée américaine planche sur un petit lanceur dédié, dénommé Swords (Soldier-warfighter operationally responsive deployer for space) qui devrait être testé en 2014.

D'autres, comme Stratolaunch aux États-Unis, se penchent sur le lancement aéroporté: un avion emmène une fusée sur laquelle est embarqué le satellite, à 15-20 km d'altitude. "L'avantage, c'est qu'on remplace le premier étage du lanceur par un véhicule réutilisable", explique Jean Hermetz, coordinateur du projet Eole à l'Onera (le centre français de recherche aéronautique et spatiale). Eole va encore plus loin, en s'affranchissant du pilote, à l'aide d'un drone. Un démonstrateur à échelle réduite vient de partir pour un an d'essais en vol. S'il passe les tests, cet appareil qui semble tout droit sorti de *Star Wars* pourra lui aussi se lancer dans la guerre des étoiles.

► Carole Lembezat

## LE DÉFI DES DÉBRIS

Une boule de chewing-gum de 1 kilomètre de diamètre, un immense filet à papillon, un puissant laser, un câble "à échange de quantité de mouvement", etc. De la plus farfelue à celle requérant la plus haute technologie, les idées ne manquent pas pour tenter de récupérer les objets non fonctionnels en orbite autour de la Terre, comme les satellites hors d'usage ou les étages supérieurs des lanceurs. Car les scientifiques en sont désormais convaincus: si rien n'est fait, le nombre de débris spatiaux va croître de manière exponentielle en particulier dans la zone comprise entre 700 et 1 000 km d'altitude. A ce jour, près de 16 000 débris de plus de 10 cm sont catalogués. Mais "plus il y a de débris, plus leur collision est probable, et plus le nombre de nouveaux débris issus de leur fragmentation augmente", développe Christophe Bonnal spécialiste du sujet au Cnes (l'agence française de l'espace). Cette réaction en chaîne, qui a été théorisée par le consultant de la Nasa Donald Kessler, risque non seulement de provoquer la retombée incontrôlée de certains éléments sur Terre, mais aussi d'engendrer des perturbations dans l'utilisation des satellites actuels et à venir. En 2009, la collision entre un satellite mort et un autre actif, de la constellation américaine Iridium pour la téléphonie mobile, a provoqué plus de 1 000 débris de plus de 10 cm. Officiellement, trois autres collisions de ce type ont déjà eu lieu, mais il est probable que des chocs avec des satellites militaires non référencés se soient également produits.

Il est donc urgent de nettoyer les orbites. Selon la Nasa, il faudrait retirer cinq à dix gros débris par an pour stabiliser l'environnement. La récupération de l'objet civil le plus gros et donc le plus dangereux actuellement en orbite, le satellite européen *Envisat*, mort en mai 2012, n'est pas prévu avant 2022. En attendant, les opérateurs doivent piloter manuellement les satellites en activité, pour leur éviter d'entrer en collision avec un débris. Encore faut-il prévoir le lieu et le moment du choc. Pour cela, ils peuvent s'appuyer sur les messages d'alerte américains issus de leurs radars et télescopes. La France dispose également de moyens de surveillance performants. En outre, l'Onera (le centre français de recherche aéronautique et spatiale) a développé un outil d'évaluation du risque basé sur un modèle probabiliste, comme l'explique Thérèse Donath en charge du projet: "Il permet d'évaluer la pertinence d'une manœuvre, en fonction de la probabilité de la menace, mais aussi de la quantité d'énergie nécessaire pour mettre le satellite en sûreté". C.L.



### Super lanceurs

#### Falcon Heavy (Etats-Unis)

Capacité: 10 à 57 t.  
Portée: NC.  
Statut: en développement.

#### SLS (Etats-Unis)

Capacité: 70 t.  
Portée: NC.  
Statut: prévue en 2017.

#### Angara 7 (Russie)

Capacité: 40 t.  
Portée: NC.  
Statut: NC.

Falcon Heavy