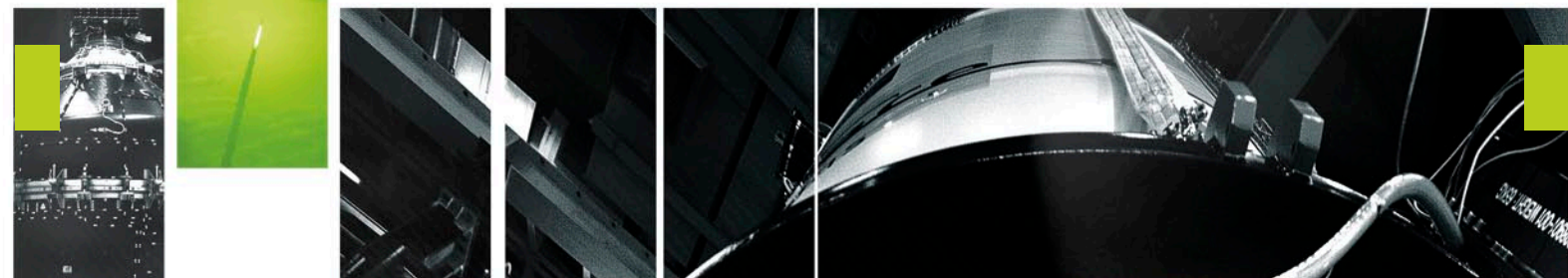


December  
2015



VV 06

LISA Pathfinder





# VV 06

## LISA Pathfinder



## LE SIXIÈME LANCEMENT DE VEGA METTRA EN ORBITE LE DÉMONSTRATEUR EUROPÉEN LISA PATHFINDER

**Pour son 11<sup>e</sup> lancement de l'année et le sixième avec le lanceur léger Vega depuis le Centre Spatial Guyanais, Arianespace mettra en orbite LISA Pathfinder, démonstrateur technologique, pour le compte de l'ESA.**

**Avec cette 7<sup>e</sup> mission de l'année au service des gouvernements européens, et en particulier au profit de la recherche spatiale et de la science, Arianespace assure, une fois de plus, sa mission d'accès indépendant à l'espace pour l'Europe.**

### Arianespace au service de la recherche spatiale et de la science

Développé par l'ESA, le démonstrateur technologique LISA Pathfinder ouvre la voie à de futurs observatoires spatiaux des ondes gravitationnelles.

Les ondes gravitationnelles, ces "déformations très faibles de l'espace-temps" prédites par la théorie de la relativité générale d'Albert Einstein, sont produites par l'accélération de corps lourds. Toutefois, les expériences menées pour tenter de détecter directement ces ondes gravitationnelles à partir d'instruments terrestres sont, jusqu'à ce jour, restées infructueuses.

LISA Pathfinder constitue la première étape dans l'observation de ces perturbations, son objectif étant de tester les technologies innovantes nécessaires pour détecter directement les ondes gravitationnelles. Ce démonstrateur va créer l'endroit le plus « silencieux » du système solaire, afin de vérifier s'il est possible de placer deux masses d'épreuve en quasi-parfaite chute libre. Si les deux masses se déplacent sous l'effet de la seule gravité, alors seule une onde gravitationnelle passant entre ces deux masses pourrait modifier l'écart qui les sépare : c'est précisément ce qui sera finalement observé.

LISA Pathfinder est composé de deux modules : le module scientifique et le module de propulsion. Après séparation du module de propulsion, LISA Pathfinder testera les instruments prévus pour réduire les influences externes s'exerçant sur ces masses d'épreuve et mesurer leur déplacement relatif : capteurs de référence inertielle, interféromètre laser de haute précision, système de contrôle d'attitude et de compensation de traînée (Drag-Free) et plusieurs micro-propulseurs (micronewton-thrusters).

LISA Pathfinder est le 16<sup>e</sup> satellite à être lancé sur Vega.

Il est également le 114<sup>e</sup> satellite d'Airbus Defence and Space (et prédécesseurs) lancé par Arianespace, dont le carnet de commande actuel comprend neuf autres satellites d'Airbus Defence and Space, auxquels il faut rajouter la commande spécifique OneWeb (plus de 600 satellites).

### 3/3 pour Vega en 2015 : Arianespace et ELV/AVIO, un partenariat fructueux

Ce 3<sup>e</sup> lancement de l'année réalisé avec Vega marque la montée en cadence de ce lanceur, qui atteint ainsi sa capacité prévisionnelle annuelle.

Avec VV06, la phase de développement de Vega (dite VERTA) s'achève, toutes les missions prévues ayant été réalisées : Mission balistique (IXV), Mission en orbite basse SSO (Sentinel 2A), Mission en orbite de transfert vers le point de Lagrange L1 (LISA Pathfinder).

Désormais, le programme passe en phase pleine d'exploitation et l'avenir se prépare activement autour du projet Vega C.



## SOMMAIRE

### Le lancement :

- > La mission VV06 PAGE 1-2
- > Le satellite LISA Pathfinder PAGE 3

### Pour aller plus loin :

- > Le lanceur Vega PAGE 4-5
- > La campagne de préparation au lancement PAGE 6
- > Les étapes de la chronologie et du vol PAGE 7
- > Profil de la mission LISA Pathfinder PAGE 8
- > Arianespace & le CSG PAGE 9

### Contact Presse

Claudia Euzet-Hoyau  
c.hoyau@arianespace.com  
+33 (0)1.60.87.55.11



#vv06



@arianespace



@arianespaceceo



arianespace.tv



youtube.com/arianespace



arianespace



@arianespace

Pour plus d'informations rendez-vous sur [www.arianespace.com](http://www.arianespace.com)





# VV 06

## LISA Pathfinder



## DESCRIPTION DE LA MISSION

Le sixième lancement Vega au CSG doit permettre de placer le satellite LISA Pathfinder sur une orbite basse elliptique, à partir de laquelle, avec son propre module de propulsion, il rejoindra son orbite opérationnelle autour du Point de Lagrange L1.

La performance demandée au lanceur pour ce vol est de 1 986 kg dont 1 906 kg représentent la masse du satellite LISA Pathfinder à séparer sur l'orbite visée.

Le lancement sera effectué depuis le Site de Lancement Vega (SLV) à Kourou en Guyane française.

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Orbite visée</b>        | <b>: Orbite elliptique terrestre basse pour une mission vers le Point de Lagrange L1 (à 1,5 millions de km)</b> |
| <b>Altitude à l'apogée</b> | <b>: 1 540 km</b>   |
| <b>Altitude au périgée</b> | <b>: 207 km</b>   |
| <b>Inclinaison</b>         | <b>: 5,96 degrés</b>  |

Le décollage du lanceur est prévu le **mercredi 2 décembre 2015**, à :

- 01h15mn00s Heure de Kourou,
- 23h15mn00s Heure de Washington DC, le 1<sup>er</sup> décembre
- 04h15mn00s Temps Universel (UTC),
- 05h15mn00s Heure de Paris.

## Le vol du lanceur en bref

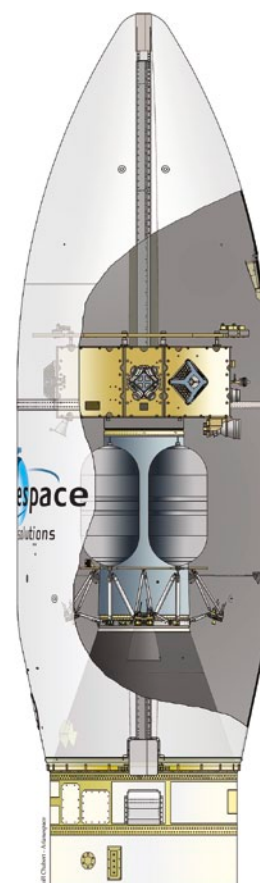
Après le décollage du Centre Spatial Guyanais, le vol des trois premiers étages de Vega durera 6 minutes et 30 secondes. A l'issue de cette phase, le troisième étage du lanceur se séparera du composite supérieur, lequel comprend l'étage supérieur AVUM, un adaptateur et le démonstrateur. Les trois premiers étages retomberont sur Terre.

L'AVUM allumera alors une première fois son moteur qui fonctionnera pendant environ 9 minutes, avant une phase balistique d'une durée de 85 minutes environ. L'AVUM allumera une deuxième fois son moteur pendant 1,5 minutes environ avant de séparer le démonstrateur LISA Pathfinder 2,5 minutes après son extinction.

La séparation du satellite LISA Pathfinder interviendra 1 heure 45 minutes et 33 secondes après le décollage.

## Configuration de la charge utile Vega

Le satellite LISA Pathfinder a été développé et intégré par Airbus Défense & Space pour le compte de l'Agence Spatiale Européenne (ESA).



## Durée de la mission

La durée nominale de la mission (du décollage à la séparation de LISA Pathfinder) est de **1 heure 45 minutes et 33 secondes.**



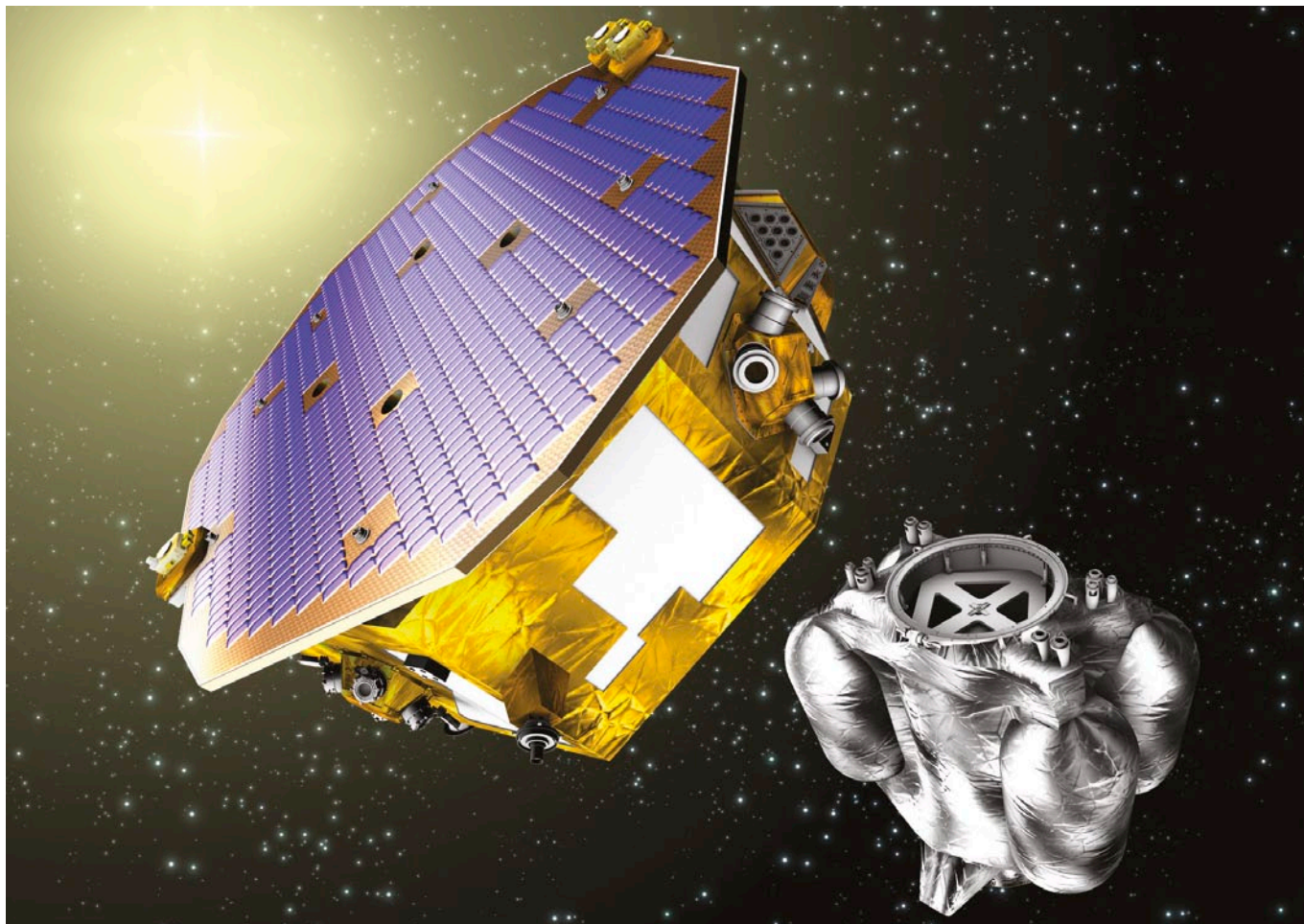


# VV 06

LISA Pathfinder



## LE SATELLITE LISA Pathfinder



|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Client</b>               | <b>ESA (Agence Spatiale Européenne)</b>   |
| <b>Constructeur</b>         | <b>Airbus Defence and Space</b>   |
| <b>Mission</b>              | <b>Démonstrateur technologique d'instruments de mesure des ondes gravitationnelles</b>  |
| <b>Plate-forme</b>          | <b>Spécifique / PLA937 / module de propulsion basé sur la plateforme E2000</b>  |
| <b>Masse</b>                | <b>Poids total au lancement d'environ 1 906 kg</b>  |
| <b>Stabilisation</b>        | <b>3 axes</b>   |
| <b>Dimensions</b>           | <b>3,137 m de hauteur X 2,429 m de diamètre</b>   |
| <b>Orbite visée</b>         | <b>Orbite basse elliptique pour une mission vers le point de Lagrange L1 (à 1,5 millions de km) Orbite finale de Lissajous L1</b> |
| <b>Puissance électrique</b> | <b>Batterie au Lithium</b>  |
| <b>Durée de vie</b>         | <b>Environ 1 an</b>   |

### CONTACT PRESSE :

**ESA Media Relations Office**

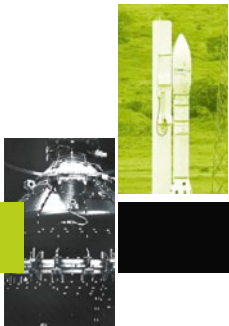
Tél. : + 33 1 53 69 72 99

Email : media@esa.int



@arianespace

Pour plus d'informations rendez-vous sur [www.arianespace.com](http://www.arianespace.com)

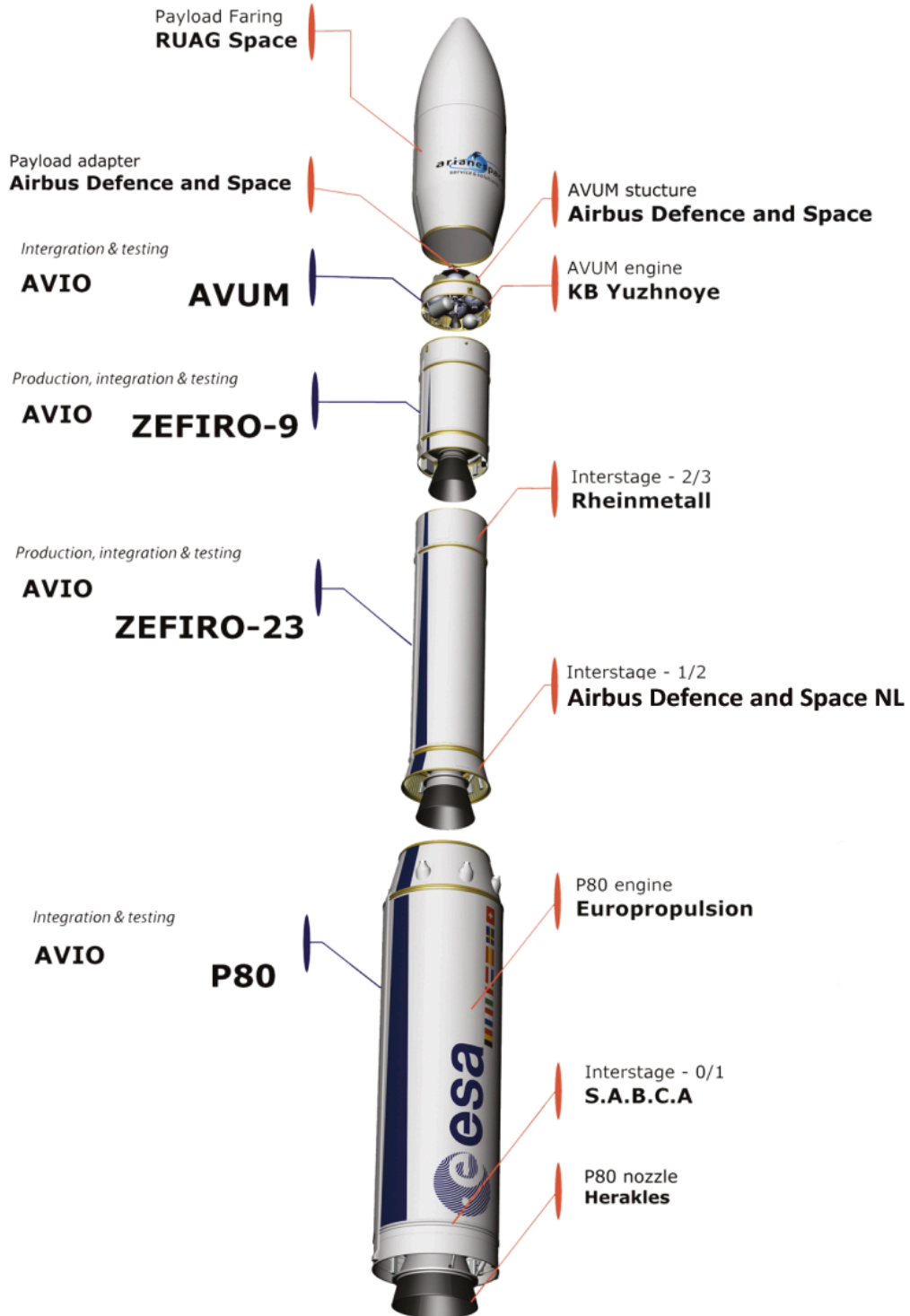


# VV 06

LISA Pathfinder



## LE LANCEUR VEGA



Thrust vector control system  
(P80, Zefiro-9, Zefiro-23 & AVUM)  
**S.A.B.C.A**

Igniters (P80, Zefiro-9 & Zefiro-23)  
**APP**

Avionics  
**Thales, IN-SNEC, Selex Avionica,  
CRISA, RUAG Space, SAFT**



@arianespace

Pour plus d'informations rendez-vous sur [www.arianespace.com](http://www.arianespace.com)



# VV 06

## LISA Pathfinder



## CARACTÉRISTIQUES VEGA

Vega est un lanceur monocorps composé de trois étages à propergol solide pour la phase propulsive :

- le premier étage P80
- le deuxième étage Zefiro-Z23
- le troisième étage Zefiro-Z9

Le quatrième étage AVUM permet d'assurer la polyvalence des missions et l'injection de la charge utile sur une orbite précise. La coiffe d'un diamètre de 2,6 m peut accueillir une ou plusieurs charges utiles.

La masse totale au décollage est d'environ 139 tonnes. La hauteur du lanceur est de 30 m et son diamètre maximal de 3 m.

### Performances du lanceur

La performance de référence fixée pour Vega consiste à injecter 1500 kg sur une orbite circulaire polaire à 700 km d'altitude inclinée à 90° par rapport à l'équateur, avec une précision d'injection de 5 km pour l'altitude et de 0,05° pour l'inclinaison ( $1\sigma$ ). La diversité des azimuts de tir possibles depuis le Port Spatial de l'Europe à Kourou, associée à la flexibilité permise par l'AVUM, permettra à Vega de placer une vaste gamme de charges utiles sur différents types d'orbite, qu'il s'agisse de charges de 2500 kg destinées à une orbite circulaire quasi équatoriale à 200 km d'altitude, de charges de 2000 kg vers la Station spatiale internationale ou encore de charges de 1300 kg à injecter sur une orbite héliosynchrone à 800 km d'altitude.

### L'étage P80

Le premier étage de Vega est propulsé par un gros moteur monolithique et contient 87 710 kg de propergol solide HTPB 1912. Ce moteur délivre une poussée maximale de 3015 kN dans le vide et fonctionne pendant 110 secondes avant son largage à une altitude d'environ 55 km. Cet étage est constitué d'un corps de propulseur en composite à filament bobiné en époxyde de carbone.

L'étage P80 a le même diamètre (3 m) que les accélérateurs à poudre (EAP) d'Ariane 5 et sa longueur totale (11,2 m) est similaire à celle de l'un des plus longs segments des EAP.

### Les étages Zefiro

Les deuxième et troisième étages de Vega utilisent des moteurs Zefiro à propergol solide. Ces deux étages, d'un diamètre de 1,90 m, sont constitués d'un corps de propulseur en composite à filament bobiné en époxyde de carbone, avec isolation EPDM de faible densité et une tuyère à joint flexible dotée de vérins électromécaniques pour le contrôle d'orientation de la poussée. D'une longueur de 8,40 m, l'étage Zefiro-Z23 est chargé de 23 820 kg de propergol solide HTPB 1912 et délivre une poussée maximale de 1120 kN dans le vide. Il fonctionne pendant environ 77 secondes.

D'une longueur de 4,10 m, l'étage Zefiro-Z9 est chargé de 10 570 kg de propergol solide HTPB 1912 et délivre une poussée maximale de 317 kN dans le vide. Bien qu'il s'agisse du plus petit des moteurs à propergol solide de Vega, c'est celui dont la durée de combustion est la plus longue : environ 119 secondes.

### L'AVUM

Le module supérieur AVUM (Attitude & Vernier Upper Module) possède un système de propulsion biergol qui assure l'injection sur orbite, et un système de propulsion monergol chargé du contrôle de roulis et d'attitude du véhicule.

L'AVUM est conçu pour injecter différentes charges utiles sur des orbites différentes et assurer un pointage fin des satellites avant leur séparation. À la fin de sa mission, il fait l'objet d'une désorbitation dans de bonnes conditions de sécurité afin de limiter le nombre de débris orbitaux.

Contenant environ 577 kg d'ergols (UDMH/NTO) répartis dans quatre réservoirs, l'AVUM est propulsé par un moteur dérivé du RD-869 rallumable qui délivre une poussée de 2,45 kN. Il comporte également deux ensembles de trois propulseurs à monoergol qui permettent le contrôle de roulis et d'attitude. Enfin il accueille le module avionique de Vega, lequel assure les fonctions de contrôle en vol et de gestion de la mission, de télémétrie, de fin de vol ainsi que l'alimentation et la distribution électriques.

### La coiffe et les structures d'emport charge utile

Avec un diamètre de 2,60 m et un volume de 20 m<sup>3</sup>, la coiffe est constituée de demi-coquilles de 7,90 m de long.

### Le site de lancement

Le pas de tir de Vega (Site de Lancement Vega ou SLV) a été édifié sur l'ancien pas de tir d'Ariane 1 (ELA-1). Il est situé à environ 1 km au sud-ouest de l'ELA 3 d'où décolle Ariane 5.

Le pas de tir en béton a été modifié de façon à pouvoir accueillir Vega, le nouveau portique mobile d'une hauteur de 50 m et d'un poids d'environ 1000 tonnes, ainsi que le mât ombilical d'une hauteur de 32 m. Quatre mâts de 60 m de haut protègent le pas de tir contre les impacts de foudre. Les trois étages à propergol solide et l'étage supérieur AVUM du lanceur sont assemblés sur le pas de tir. La charge utile est intégrée sur Vega environ deux semaines avant le lancement.

La translation du portique mobile sur ses rails de 80 m de long intervient deux heures avant le lancement.

Le centre de lancement Vega (CDL) se trouve dans le bâtiment qui abrite déjà le CDL d'Ariane 5, à 1,3 km du SLV. Le contrôle de la mission est assuré depuis le bâtiment Jupiter qui appuie déjà les lancements Ariane et Soyuz.







# VV 06

## LISA Pathfinder



## LA CAMPAGNE DE PRÉPARATION AU LANCEMENT : VEGA - LISA Pathfinder

### Calendrier des campagnes lanceur et LISA Pathfinder

| Dates             | Opérations Satellites   | Opérations lanceur   |
|-------------------|---|--|
| 25 septembre 2015 |   | Début de la campagne - lanceur Transfert P80                           |
| 08 octobre 2015   | Arrivée LISA Pathfinder à Kourou et préparation au S5               |  |
| 09 octobre 2015   |   | Intégration jupe inter-étages 1/2                                      |
| 13 octobre 2015   |   | Intégration Z23  |
| 19 octobre 2015   |   | Intégration Z9   |
| 23 octobre 2015   |   | Intégration AVUM   |
| 28 octobre 2015   |   | Contrôle de synthèse   |
| 02 novembre 2015  | Transfert au hall de remplissage S5B                                |  |
| 06 novembre 2015  |   | Inspection finale lanceur  |
| 13 novembre 2015  | Intégration et sanglage LISA Pathfinder sur adaptateur charge utile |  |
| 16 novembre 2015  | Coiffage LISA Pathfinder au S5                                      |  |
| 17 novembre 2015  |   | Finalisation coiffe et préparation composite partie haute au transfert |

### Calendrier final des campagnes lanceur et LISA Pathfinder

| Dates   | Opérations Satellites   | Opérations lanceur  |
|---|---|---|
| Mercredi 18 novembre 2015                         | Transfert composite partie haute avec LISA Pathfinder du S5 en ZLV  |   |
| Jeudi 19 novembre 2015                            | Intégration composite partie haute avec LISA Pathfinder sur lanceur |   |
| Lundi 23 novembre 2015                            |   | Début remplissage lanceur (RACS et AVUM)  |
| Jeudi 26 novembre 2015                            |   | Pressurisation finale AVUM et répétition générale   |
| Lundi 30 novembre 2015                            |   | Revue d'Aptitude au Lancement (RAL), préparations finales lanceur et inspection finale coiffe |
| Mardi 1 <sup>er</sup> et Mercredi 2 décembre 2015 |   | Chronologie finale  |





# VV 06

## LISA Pathfinder



### LES ETAPES DE LA CHRONOLOGIE ET DU VOL

Sont rassemblées sous le nom de **chronologie**, toutes les opérations de préparation finale du lanceur, du démonstrateur et de la base de lancement dont le bon déroulement autorise l'allumage du P80.

| TEMPS |       | EVENEMENTS   |   |
|-------|-------|--|---|
| - 8 h | 00 mn | Début de la chronologie  |   |
| - 5 h | 30 mn | Activation MFU (Multi Function Unit)   |   |
| - 5 h | 10 mn | Activation de la Centrale Inertielle SRI                                     |   |
| - 5 h | 10 mn | Activation télémessure   |   |
| - 4 h | 20 mn | Activation ordinateur de bord et chargement programme de vol                 |   |
| - 4 h | 50 mn | Activation SMU (Safeguard Master Unit)                                       |   |
| - 4 h | 15 mn | Retrait des dispositifs de sécurité  |   |
| - 4 h | 00 mn | Alignement et contrôle de la Centrale Inertielle SRI                         |   |
| - 2 h | 40 mn | Retrait du portique mobile (durée : 45 min)                                  |   |
| - 1 h | 55 mn | Vérification alignement de la Centrale Inertielle SRI après retrait portique |   |
| - 1 h | 15 mn | Activation émetteur télémessure après retrait Portique                       |   |
| - 1 h | 15 mn | Activation répondeurs et récepteurs  |   |
| - 0 h | 34 mn | Système lanceur prêt   |   |
| - 0 h | 10 mn | Dernier rapport météo avant lancement  |   |
| - 0 h | 04 mn | Début séquence synchronisée  |   |
| HO    |       | DECOLLAGE  |   |
| + 0 h | 1 mn  | 53 s   | Séparation 1 <sup>e</sup> étage (P80)       |
| + 0 h | 1 mn  | 54 s   | Allumage 2 <sup>e</sup> étage (Zefiro-23)   |
| + 0 h | 3 mn  | 37 s   | Séparation 2 <sup>e</sup> étage (Zefiro-23) |
| + 0 h | 3 mn  | 49 s   | Allumage 3 <sup>e</sup> étage (Zefiro-9)    |
| + 0 h | 4 mn  | 3 s  | Largage coiffe                              |
| + 0 h | 6 mn  | 30 s   | Séparation 3 <sup>e</sup> étage (Zefiro-9)  |
| + 0 h | 7 mn  | 29 s   | 1 <sup>er</sup> allumage AVUM               |
| + 0 h | 16 mn | 23 s   | 1 <sup>er</sup> extinction AVUM             |
| + 1 h | 41 mn | 19 s   | 2 <sup>e</sup> allumage AVUM                |
| + 1 h | 42 mn | 53 s   | 2 <sup>e</sup> extinction AVUM              |
| + 1 h | 45 mn | 33 s   | <b>Séparation LISA Pathfinder</b>           |
| + 1 h | 55 mn | 10 s   | 3 <sup>e</sup> allumage AVUM                |
| + 1 h | 55 mn | 17 s   | 3 <sup>e</sup> extinction AVUM              |





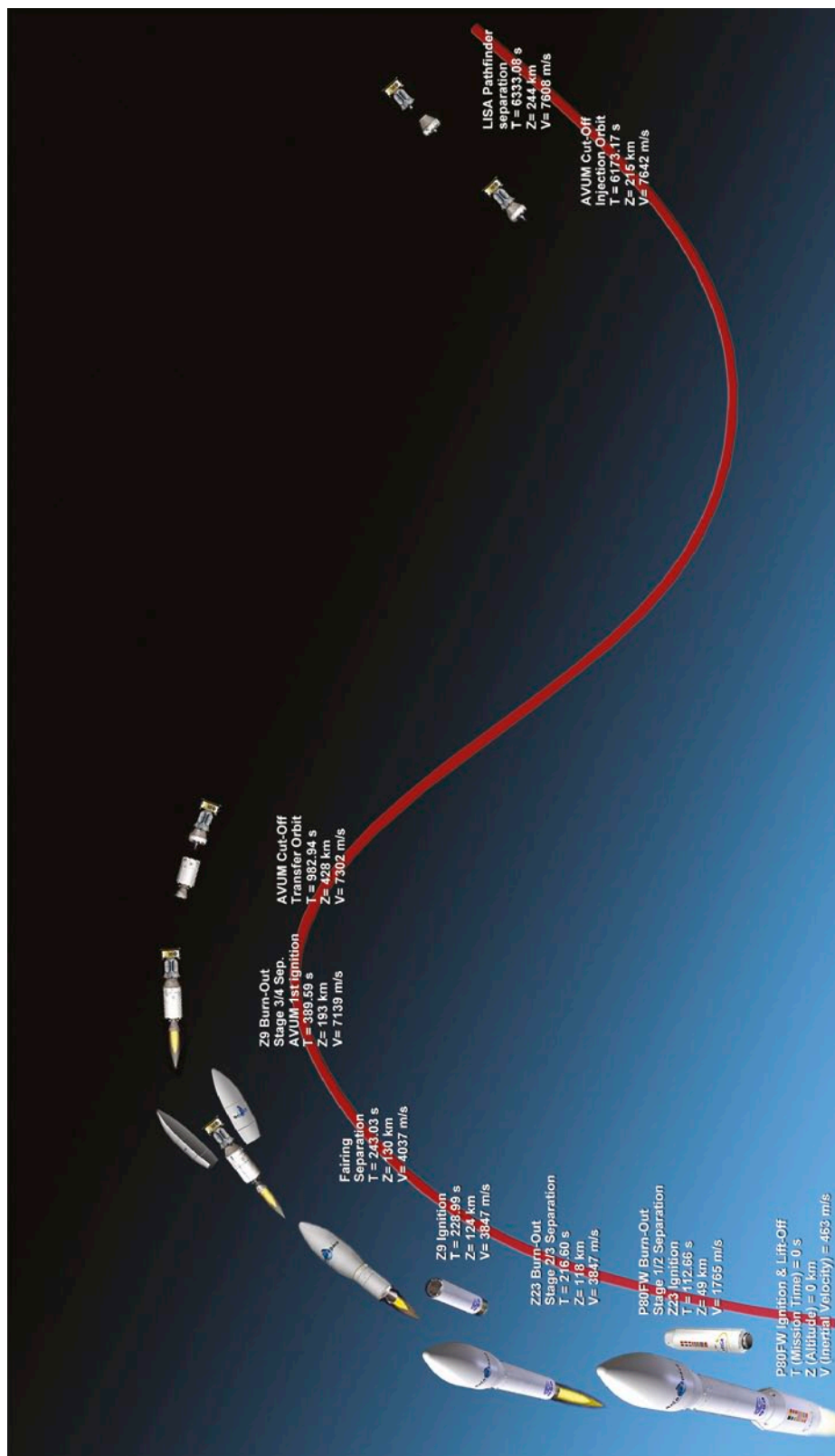


# VV 06

## LISA Pathfinder



### PROFIL DE LA MISSION LISA Pathfinder





VV 06  
LISA Pathfinder



## ARIANESPACE ET LE CENTRE SPATIAL GUYANAIS

### Arianespace, première société de service de lancement au monde

Arianespace a été créée en 1980 comme la première société de service de lancement au monde. Aujourd'hui, la société compte 20 actionnaires venant de 10 Etats européens (Airbus Safran Launchers, CNES et l'ensemble des sociétés industrielles européennes participant au programme Ariane). Depuis la création d'Arianespace, plus de 450 contrats de service de lancements ont été signés et plus de 500 satellites lancés. A titre indicatif, près des deux tiers des satellites commerciaux actuellement en service dans le monde ont été lancés par Arianespace. En 2014, le chiffre d'affaires de la société s'est élevé à 1399 millions d'euros.

Au 1<sup>er</sup> mars 2015, l'effectif de la société était de 322 personnes, réparties entre l'Etablissement d'Evry, près de Paris, où se trouve le siège de la société, l'Etablissement de Kourou (Guyane française) où sont situés les Ensembles de Lancement Ariane, Soyuz et Vega, et les Bureaux situés à Washington DC (Etats-Unis), Tokyo (Japon) et Singapour. L'activité d'Arianespace est de proposer aux opérateurs de satellites du monde entier (opérateurs privés et agences gouvernementales) une offre de service de lancement utilisant :

- Le lanceur lourd Ariane 5, exploité depuis le Centre Spatial Guyanais (CSG),
- Le lanceur moyen Soyuz, aujourd'hui exploité depuis le Cosmodrome de Baïkonour au Kazakhstan et depuis le CSG.
- Le lanceur léger Vega, exploité également depuis le CSG.

Fort de sa gamme de lanceurs, Arianespace a pu signer au cours des deux dernières années près de la moitié des contrats de service de lancement commerciaux ouverts sur le marché mondial. La société dispose aujourd'hui d'un carnet de commandes de plus de 70 satellites à lancer.

### Le Centre Spatial Guyanais, Port Spatial de l'Europe

Depuis quarante ans, le Centre Spatial Guyanais, Port spatial de l'Europe, constitue un ensemble complexe de moyens dont la coordination permet la réalisation des lancements. Il regroupe les ensembles suivants :

- L'établissement du CNES/CSG, centre technique du CNES, constitué d'un ensemble d'installations et moyens indispensables au fonctionnement de la base, tels que des radars, un réseau de télécommunications, une station météo, des sites de réception de la télémétrie lanceur ;
- Les bâtiments de préparation des charges utiles (EPCU) avec notamment le bâtiment S5 ;
- Les Ensembles de Lancement Ariane, Soyuz et Vega, composés des zones de lancement et des bâtiments d'intégration des lanceurs ;
- Ainsi qu'un certain nombre d'installations industrielles, comme celles de Regulus, d'Europulsion, d'Air Liquide Spatial Guyane et d'Airbus Safran Launchers, qui participent à la fabrication des éléments du lanceur Ariane 5. Au total, une quarantaine d'industriels européens et des entreprises de Guyane sont associés aux opérations.

La volonté européenne de disposer d'un accès indépendant à l'espace repose sur l'action de trois acteurs clés : l'ESA, le CNES et Arianespace. L'ESA est responsable des programmes de développement des lanceurs Ariane, Soyuz et Vega au CSG. Une fois les systèmes de lancement qualifiés, elle les transfère à l'opérateur de lancement Arianespace. L'ESA a contribué à transformer le rôle du Centre Spatial Guyanais en finançant notamment la construction des Ensembles de lancement, des bâtiments de charges utiles et d'autres installations associées. D'abord utilisé pour les besoins du programme spatial français, le CSG est devenu au terme d'un accord entre l'ESA et le gouvernement français, le Port Spatial de l'Europe. Afin de garantir la disponibilité du Port Spatial de l'Europe pour ses programmes, l'ESA prend en charge une grande partie des frais fixes du CNES/CSG et participe au financement des frais fixes des Ensembles de Lancement.

Au Centre Spatial Guyanais, le CNES remplit plusieurs fonctions. Il conçoit toutes les infrastructures et, en tant que représentant de l'Etat français, assure la sauvegarde et la sécurité des personnes et des biens. Il fournit les supports nécessaires pour la préparation des satellites et du lanceur. Durant les essais ou les lancements, le CNES assure également la coordination générale des opérations, recueille et traite les mesures en utilisant un réseau de stations pour suivre Ariane, Soyuz et Vega tout au long de leurs trajectoires.

### Arianespace en Guyane

En Guyane, Arianespace est le maître d'ouvrage de l'exploitation de la gamme des trois lanceurs Ariane, Soyuz et Vega.

En ce qui concerne Vega, Arianespace supervise la phase d'intégration et de contrôle du lanceur réalisée par ELV, maître d'oeuvre de la production, avant de réceptionner le lanceur, coordonne en parallèle la préparation des satellites dans l'EPCU (Ensemble de Préparation des Charges Utiles) exploité par le CNES/CSG, assure l'assemblage final du lanceur et l'intégration des satellites sur celui-ci et enfin les opérations de Chronologie Finale et le lancement depuis le CDL3 (Centre de Lancement n°3).

Arianespace met en place une équipe et un ensemble de moyens techniques de première qualité pour la préparation des lanceurs et des satellites. Ce savoir-faire unique et la qualité des installations en Guyane ont permis à Arianespace de devenir la référence mondiale dans ce domaine.

