

AERO

LE MAGAZINE
QUI PREND
DE LA HAUTEUR
N°0.3 /// 12 DÉCEMBRE 2015

SPATIUM

100 ANS APRÈS EINSTEIN

LA RELATIVITÉ

À L'ÉPREUVE

DES SONDES

INDUSTRIE / RETARD À
L'ALLUMAGE POUR
AIRBUS SAFRAN LAUNCHERS

DÉFENSE / L'EUROPE ABSENTE
CONTRE DAECH

ESPACE / RETOUR EN VOL DU
CYGNUS EN VERSION XL





DOSSIER

LA RELATIVITÉ À L'ÉPREUVE DES SONDES

SOMMAIRE #0.3
12.12.15

Notre couverture : Décollage du sixième lanceur Vega, le 2 décembre, avec la mission scientifique Lisa Pathfinder, qui va tester l'instrumentation nécessaire à un futur observatoire des ondes gravitationnelles prédites voici un siècle par Albert Einstein. Crédit : S. Corvaja, ESA.

/04 INDUSTRIE
RETARD À L'ALLUMAGE POUR AIRBUS SAFRAN LAUNCHERS

/06 INDUSTRIE
AIRBUS HELICOPTERS VEUT LE CARACAL POLONAIS

/08 INDUSTRIE
LE LUXEMBOURG BELGE À L'HEURE DE GALILEO

/12 DÉFENSE
LA COALITION CONTRE DAECH S'ORGANISE SANS L'EUROPE

/14 DÉFENSE
PREMIERS SUCCÈS D'ÆGIS ASHORE ET ARROW 3

/16 DÉFENSE
LE CONTRAT COMSAT NG EST IMMINENT

/18 ESPACE
RETOUR EN VOL DU CYGNUS EN VERSION XL

/22 ESPACE
LE CHANT DU CYGNE DU ZENIT

/24 ESPACE
LE JAPON SE SATELLISE AUTOUR DE VÉNUS

/25 ESPACE
AIRBUS DS SIGNE LE CONTRAT JUICE

/28 DOSSIER
L'ESA TESTE LE DIAPASON DE L'ESPACE-TEMPS

/34 DOSSIER
LISA VA OBSERVER LES ONDES D'EINSTEIN

/38 DOSSIER
LE PRINCIPE D'ÉQUIVALENCE MIS À L'ÉPREUVE

/40 DOSSIER
DES FINANCEMENTS POUR L'INVISIBLE

/42 À SUIVRE
LE RETOUR AUX AFFAIRES DE L'EXIM BANK

/43 À SUIVRE
LA PÉRENNITÉ DE COPERNICUS EST ASSURÉE



P. 06
LE CARACAL VEUT S'IMPOSER EN POLONE



P. 14
ÆGIS ASHORE: INTERCEPTION RÉUSSIE



P. 18
LE CYGNUS REPREND SES VOLS



P. 22
LE ZENIT REVIENT POUR SON DERNIER VOL



STEFAN BARENSKY

PARÉ POUR L'ENVOL

Nous y voilà : ceci est le troisième prototype du magazine Aerospatium. En trois numéros, nous avons beaucoup appris sur le processus spécifique de fabrication d'un magazine numérique. Nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont accompagnés et fait part de leurs avis, appréciations et commentaires pour améliorer le produit. Merci de continuer à nous contacter par courriel (prototype@aerospatium.info).

Au cours des prochaines semaines nous allons faire la synthèse de vos messages afin d'adapter le concept d'Aerospatium à vos demandes et en faire le rendez-vous d'information et d'analyse le mieux à même de répondre à vos attentes. Ensuite viendra l'heure de franchir le Rubicon, avec le lancement, vers la fin janvier, du magazine sous sa formule opérationnelle et sa commercialisation par abonnement payant.

Notre équipe rédactionnelle et technique s'étoffe progressivement et va nous permettre d'augmenter la couverture des sujets au-delà du spatial et de l'industrie aéronautique, vers l'aviation civile et de défense, les hélicoptères et les drones, avec le même souci de pertinence et de référence, afin qu'Aerospatium puisse s'affirmer pleinement en tant que magazine aéronautique et spatial francophone de qualité. Bien évidemment, cela ne sera possible qu'avec votre soutien, lecteurs, annonceurs et partenaires, dans cette phase critique.

Notre site Internet sera prochainement en ligne et vous présentera notre offre d'abonnements et de licences.

D'ici là, bonne lecture, et continuez à nous écrire.

**RENDEZ-VOUS
À LA FIN DU MOIS
DE JANVIER POUR
NOTRE N°1**

AEROSPATIUM

Le magazine Aerospatium sera publié toutes les deux semaines sur format numérique par la société Aerospatium (en cours de création).

Directeur de la publication
S. Picchiottino

Rédaction
contact@aerospatium.info
Rédacteur en chef
Stefan Barensky
Rédacteurs
Caroline Bruneau (Industrie)
Gabrielle Carpel (Recherche)

Ont également participé à la rédaction de ce numéro :
Anne Musquère et Théo Pirard

Conception graphique
Didier Trayaud
didier.trayaud@didman.eu
Conception du site Internet
Guillaume Delcroix

www.aerospatium.info

ISSN et numéro de commission paritaire en cours.
Dépôt légal à la date de parution.
Toute reproduction et diffusion du magazine ou de son contenu est interdite sans autorisation écrite préalable de la part la société Aerospatium.



ARIANE 6

RETARD À L'ALLUMAGE POUR AIRBUS SAFRAN LAUNCHERS

Ariane 6 devrait être opérationnelle dès 2020.

Le calendrier prévu pour l'intégration des activités lanceurs d'Airbus et Safran a déjà été repoussé une fois d'octobre à fin décembre. Les syndicats et les salariés s'inquiètent des retards et appellent les pouvoirs publics à une clarification de la situation.

↳ CAROLINE BRUNEAU

L'intégration des activités lanceurs d'Airbus et Safran au sein de la coentreprise Airbus Safran Launchers (ASL) est toujours officiellement prévue pour le 31 décembre, mais des questions demeurent autour du calendrier du projet.

L'inquiétude a poussé deux syndicats de Safran Herakles, la CFE-CGC et la CFTC, à envoyer le 12 décembre une lettre au président de la République et au ministre de la Défense Jean-Yves Le Drian leur demandant de clarifier

la situation globale, notamment pour les salariés. Ces deux syndicats soutiennent le projet de joint-venture (JV), qu'ils estiment indispensable au maintien des capacités industrielles et des emplois en France, mais s'inquiètent des retards de la mise en place effective de la coentreprise.

LES SALARIÉS DANS L'EXPECTATIVE

Pour l'instant 450 personnes, uniquement le management et les directions de projets, ont été intégrées depuis début 2015 à ASL. Les 6 500 personnes restantes, appartenant aux seize entités concernées par la coentreprise, devaient les rejoindre au sein d'ASL à partir du 1^{er} janvier 2016. Rien ne serait aussi sûr désormais, et leur situation n'est pas éclaircie, autant du point de vue statutaire que de la constitution des instances représentatives. Certains se poseraient même la question d'une réintégration à leur entreprise d'origine avant la constitution d'un groupement d'intérêt économique (GIE), une solution qui permet le travail en commun des entités concernées, sans la création d'une entreprise dédiée.

Lancé par les deux grands groupes industriels européens en juin 2014 pour réunir au sein d'une seule entité industrielle les capacités de construction du futur lanceur Ariane 6, la constitution à marche forcée de la JV bute sur plusieurs écueils.

L'argent est le premier d'entre eux, ou plus exactement l'équilibre entre les deux partenaires, qui veulent le contrôle à 50/50 de la coentreprise. Pour compenser l'apport de capacités industrielles plus importantes par Airbus, Safran se serait engagé à verser

une soulte de 800 M€ à l'avionneur européen, et non à la JV, comme cela aurait pu être attendu.

Selon des sources internes, Airbus refuserait la fiscalisation très importante de cette somme. Le groupe aurait le soutien du cabinet du ministre de l'Économie Emmanuel Macron, qui s'est engagé directement en faveur de la création de la JV. Airbus confirme que cette question pose quelques problèmes, mais soutient que tout sera réglé d'ici fin décembre.

Une autre crainte s'est fait jour, au sein même d'ASL : Safran pourrait considérer le versement de cette somme comme un investissement, conservé dans le bilan de l'entreprise. Certains salariés craignent que le retour sur investissement attendu par Safran dès la première année implique une charge de travail massive.

Une chose est certaine en tout cas : pour être capable de sortir des usines la première Ariane 6 en en 2020, le processus d'intégration ne peut pas rester au point mort trop longtemps. Le calendrier défini par la ministérielle en 2014 est d'ores et déjà jugé hautement ambitieux, même sans prendre en compte les difficultés actuelles.

D'un point de vue de stratégie industrielle, le retard – ou pire, l'échec – de l'intégration aurait des conséquences

lourdes. Si l'intégration complète au sein de la JV n'a pas lieu au premier trimestre 2016 et que trois entités différentes – Herakles et Snecma Vernon pour Safran, et Airbus DS en France et

en Allemagne – continuent de gérer le projet, le manque de synergies empêchera Ariane 6 de réussir son pari d'un coût au lancement réduit de 40 % par rapport à Ariane 5. ●

POUR TENIR LE CALENDRIER, ASL DOIT ÊTRE RAPIDEMENT OPÉRATIONNEL

AU SOMMAIRE

04 RETARD À L'ALLUMAGE POUR ASL

06 AIRBUS HELICO. NE VEUT PAS LÂCHER LE CARACAL POLONAIS

08 LE LUXEMBOURG BELGE À L'HEURE DE GALILEO

HÉLICOPTÈRES

AIRBUS HELICOPTERS NE VEUT PAS LÂCHER LE CARACAL POLONAIS

Confronté à l'hostilité du nouveau gouvernement polonais, Airbus Helicopters tente de renouer le dialogue pour sauver un contrat militaire de 3Md€.

↳ ANNE MUSQUÈRE



Le Caracal finira-t-il par arborer les couleurs polonaises ?

Airbus Helicopters

Airbus Helicopters y croit encore. En avril dernier, son H225M Caracal avait été sélectionné comme futur hélicoptère multirôle des forces polonaises face à l'AW149 de l'Européen AgustaWestland et au S70i Black Hawk International de l'Américain Sikorsky. Un mégacontrat de 50 hélicoptères pour 3 Md€. Las, un changement de majorité plus tard, alors même que le dossier est passé aux mains du Ministère du Développement polonais pour la cruciale discussion des compensations industrielles (« offsets »), les négociations sont au point mort. Son contrat menacé d'annulation, Airbus Helicopters multiplie les appels au dialogue.

Victorieux aux élections législatives d'octobre, le parti Droit et Justice (PiS), conservateur et eurosceptique, s'était

dès le début opposé à son prédécesseur pour ce choix jugé défavorable à l'industrie polonaise.

OUTSIDER INDUSTRIEL

Certes, techniquement le Caracal (masse maximale de 11,2 tonnes) était plutôt bien placé pour répondre au souhait de remplir avec un seul appareil des missions de transport tactique, de sauvetage au combat, de sauvetage en mer et de lutte anti-sous-marine. Face à un AW149 (8,6 tonnes) italo-britannique plus petit et surtout inexpérimenté militairement, et à un Black Hawk américain (10 tonnes) nécessitant deux versions pour les missions terrestres et navales, le champion d'Airbus Helicopters n'était peut-être pas le plus neuf, mais sophistiqué, polyvalent, et largement éprouvé sur le terrain.

Oui, mais AgustaWestland et Sikorsky avaient une longueur d'avance en termes d'ancrage industriel, dont la Pologne a fait une priorité. Le premier a racheté en 2010 PZL Świdnik, fabricant du Sokół, et l'impliquait dans le programme AW149 tout en prévoyant une ligne d'assemblage sur place. Quant à Sikorsky, il possède depuis 2007 PZL Mielec, qui assemble déjà des S70i pour le marché international.

LOBBYING INTENSIF

Les compétiteurs malheureux ont agité le spectre de centaines de suppressions d'emplois dans leurs sites polonais. Dès la sélection d'Airbus Helicopters, PZL Świdnik a engagé une procédure en arguant d'irrégularités dans la sélection. La contestation a reçu le soutien d'une fondation de

**AIRBUS SOUTIEN QUE
SON OFFRE CRÉERA
1 250 EMPLOIS DIRECTS
ET 2 000 INDIRECTS**

d'économistes de l'université de Lublin, dans un rapport défavorable à la proposition d'Airbus Helicopters : son bénéfice global pour l'économie polonaise représenterait « seulement 1/8^e » de celui obtenu avec PZL Świdnik. Airbus Helicopters dénonce un argumentaire biaisé, acquis à AgustaWestland-PZL Świdnik – la proposition de Sikorsky étant proprement éludée – mais cet argumentaire est repris par le nouveau gouvernement.

Face au déchaînement médiatico-politique, l'hélicoptériste franco-allemand rappelle son engagement pour une ligne d'assemblage Caracal à Łódź, au travers de la coentreprise créée en 2013 avec WZL1 pour le marché polonais. Des transferts de technologies sont aussi prévus pour le soutien de la flotte sur trente ans, et la coopération scientifique renforcée pour le long terme. Au total Airbus Helicopters soutient que son offre permettra de créer 1 250 emplois directs et 2 000 emplois indirects.

DEMANDES DE GARANTIES

Mais le ministre adjoint de la Défense Bartosz Kownacki dit n'en avoir aucune garantie dans la proposition d'offsets. « La balle, clame-t-il, est dans le camp du ministère du Développement et dans

CONCURRENCE

AGUSTAWESTLAND CHERCHE UN CLIENT POUR SON AW149

Le « Black Hawk Killer » d'AgustaWestland a été conçu pour empiéter sur les terres du best-seller de Sikorsky sur le segment lucratif des hélicoptères de moyen tonnage. Pourtant, depuis sa présentation en 2006, il cherche toujours son client de lancement. L'hélicoptériste italo-britannique a déjà misé sur les besoins des forces turques en proposant un assemblage local. En 2011 la Turquie a cependant porté son choix sur une variante du Black Hawk. L'armée de l'Air italienne elle-même a préféré choisir son « petit cousin » AW139M. L'AW149 a tout de même été certifié en juillet 2014 par les militaires italiens... mais c'est en Pologne, où il poserait sa ligne d'assemblage, qu'il continue d'espérer son premier marché. La variante civile AW189, qui a connu plus de succès, est elle assemblée au Royaume-Uni et en Italie.

le camp français.» Passées les franchises menaces d'annulation, l'heure est à la mise sous pression.

Guillaume Faury, pdg d'Airbus Helicopters a repris la balle au bond le 4 décembre : « Il est essentiel pour nous d'expliquer, de discuter et, si nécessaire, d'adapter en détail notre offre. » Une main tendue qui préfigure des compensations plus contraignantes ? Notons que cette déclaration était faite plus largement « au nom du groupe Airbus », qui a promis des investissements à long terme dans le pays, jusqu'à évoquer un futur « pilier du groupe. » L'argument porte-t-il toujours auprès d'un nouveau gouvernement atlantiste ? Pour la Pologne, il s'agit maintenant de redéfinir les priorités entre engagements géopolitiques, besoins opérationnels et développement industriel. ●



Le Galaxia Business Park de Transinne.

MAINTENANCE SATELLITAIRE

LE LUXEMBOURG BELGE À L'HEURE DE GALILEO

↳ THÉO PIRARD

La Commission européenne devrait annoncer prochainement la sélection du site belge de Redu pour abriter le centre de soutien logistique de sa constellation de satellites de navigation.

Dans les années 60, l'Europe spatiale a choisi une cuvette naturelle des Ardennes belges pour implanter une station de poursuite de satellites. C'était une compensation pour la sélection du site néerlandais de Noordwijk, choisi à la place de l'aéroport bruxellois de Zaventem pour implanter le centre technique scientifique et technique Estec, aujourd'hui le principal centre de l'ESA. Près du village de Redu, dans la commune de Libin, a ainsi pris forme une forêt de paraboles qui constitue aujourd'hui le Centre spatial européen de Redu. Le soutien technique est assuré par la société RSS (Redu Space Services), créée par SES Techcom et QinetiQ Space. Avec Spacebel, l'informaticien belge du spatial, il sert au contrôle des microsatellites Proba «made in Belgium» de l'ESA dont trois exemplaires

observent l'environnement terrestre et l'activité solaire. Il abrite aussi la banque de données SSA (Space Situational Awareness) sur l'état du milieu spatial pour le SIDC (Solar Influences Data analysis Center) de l'Observatoire Royal de Belgique.

LIBIN-SUR-ESPACE

Aujourd'hui, sur 20 hectares d'un paysage rural, une cinquantaine d'antennes blanches sont, pour la plupart, pointées vers des satellites géostationnaires. SES, l'un des plus grands opérateurs de satellites de télécommunications, basé au Grand-Duché voisin, y a aussi établi son centre de contrôle de secours. Redu est surtout impliqué dans les grands programmes spatiaux de la Commission européenne. Il participe au système géostationnaire EDRS (Euro-

pean Data Relay Satellite) dans le cadre du partenariat ESA-Airbus Defence & Space pour la réception à haut débit des données collectées par les satellites en orbite – principalement les Sentinel du système Copernicus.

Il joue aussi un rôle primordial dans la mise en œuvre de la trentaine de satellites de la constellation de navigation Galileo durant leur déploiement, grâce à des moyens spécifiques – dont une parabole orientable de 20 m – pour mener à bien la campagne IOT (In Orbit Testing) de vérification sur orbite de chaque satellite. Le centre valide et certifie le fonctionnement de toutes

LE CENTRE ASSURERA LE SOUTIEN DE PLUS DE QUARANTE STATIONS DE RÉFÉRENCE

les plateformes sur orbite, puis assure le suivi pendant leurs dix ans de durée de vie prévue.

Non loin du Centre de l'ESA, à côté de l'Euro Space Center de Transinne, un complexe moderne de type modulaire, alimenté par des panneaux solaires, accueille le centre d'entreprises «Galaxia» dédié aux applications spatiales intégrées (navigation, liaisons mobiles, géo-management...). L'ESA y a implanté l'un des deux incubateurs technologiques belges: l'ESA BIC (Business Incubation Centre) Redu.

PRAGUE DÉCLARE FORFAIT

En 2016, ce «Galaxia» Business Park va connaître un nouvel essor dans le domaine de la navigation par satellites en se mettant au service de la Commission européenne pour les activités de maintenance du système Galileo. La Belgique, avec la région Wallonne, soutenue par le groupe intercommunal de développement économique Idelux, a présenté la candidature du site pour accueillir le Galileo Integrated Logistics Support Centre: il s'agit du centre de logistique du segment sol de Galileo qui comprend une quarantaine de stations de référence du temps, dites GSS (Galileo Sensor Stations), sur l'ensemble du globe. La République Tchèque, qui accueille déjà à Prague le siège social et administratif de la GSA (European Global Navigation Satellite System

Agency), opérateur du système pour la Commission, était également sur les rangs. L'évaluation des offres a donné la préférence au dossier belge dont l'expertise avait la meilleure base, et le gouvernement tchèque a annoncé son retrait.

EUROPE

UNE CONSTELLATION DE CENTRES GALILEO

L'attribution des responsabilités pour le contrôle de la constellation européenne de satellites de navigation est un problème épineux depuis les origines du programme et une des causes politiques des nombreux retards. La France, l'Allemagne, l'Italie et le Royaume-Uni s'étant affrontés pour accueillir le centre de contrôle de Galileo, il a été décidé d'en construire quatre, redondants deux par deux. Ainsi, deux GCC (Galileo Control Centres) ont été implantés à Fucino dans les Abruzzes et à Oberpfaffenhofen en Bavière pour assurer la gestion de la constellation et générer le signal du temps de référence GST (Galileo Standard Time). Parallèlement, deux GSMC (Galileo Security Monitoring Centres), chargés de la gestion des signaux et de leur intégrité, ont été créés à Saint-Germain-en-Laye, près de Paris, et à Swanwick, près de Southampton. Le siège de la GSA a été installé à Prague tandis que le GSC (GNSS Service Centre) qui fait l'interface avec les utilisateurs est implanté à Madrid.

Reste à la Commission européenne à officialiser ce choix au début de 2016. À charge pour la Belgique de construire le bâtiment grâce à des cofinancements. Le groupe Idelux se verra confier la construction sur mesure du centre de soutien logistique intégré, qui s'étendra sur 2 000 m². Mis à disposition de la Commission, il est conçu pour être opérationnel pendant une vingtaine d'années. Il faudra ensuite désigner l'opérateur de ce centre. La société Vitrociset Belgium, qui est implantée à Redu et Transinne depuis des décennies, est bien positionnée pour jouer ce rôle qu'elle prépare depuis le démarrage du programme Galileo. Elle est déjà impliquée dans la sécurisation des signaux Galileo et assure la fourniture d'équipements GSS dans le monde dans le cadre du consortium européen SpaceOpal, formé par Telespazio (avec Thales Alenia Space Deutschland) et le DLR. ●

drones

REDBIRD CHOISI PAR LE GÉANT CATERPILLAR

B eau succès pour Redbird. L'entreprise française, spécialisée dans l'analyse de données récoltées par drones, a été choisie par le constructeur d'engins de travaux Caterpillar. Les deux entreprises ont signé un partenariat commercial, qui vise à promouvoir et fournir aux distributeurs et aux clients de Caterpillar les solutions de collecte et d'analyses d'images mises au point par Redbird, notamment la nouvelle solution de cloud Cardinal, qui fonctionne grâce aux algorithmes développés par l'entreprise. Il s'agit pour Caterpillar d'offrir grâce aux outils de Redbird des moyens à ses clients – principalement des entreprises de chantiers publics ou des groupes d'extraction minière – de surveiller et d'analyser leurs sites de production, afin d'augmenter à la fois la sécurité des lieux et la productivité de l'activité. Cet accord est l'opportunité, pour la start-up française fondée en



Redbird propose des solutions automatisées.

2013 et qui emploie une vingtaine de personnes de démarcher un grand nombre de clients potentiels. Pour l'instant l'accord ne concerne que l'Europe, le Moyen-Orient et l'Afrique, mais les ambitions de Redbird sont plus vastes : l'entreprise a ouvert en 2015 un bureau à San Francisco. ●

cession d'actifs

L'ÉTAT SE DÉSENGAGE DE SAFRAN - ENCORE

L'État français n'en finit plus de se désengager de Safran. Fin novembre, l'Agence de participation de l'État (APE) a encore vendu sur les marchés 2,64 % du capital de l'équipementier aéronautique Safran, soit onze millions d'actions, ce qui lui a rapporté 753,5 M€.

Le communiqué précise que l'État reste le premier actionnaire du groupe aéronautique avec 15,39 % des parts et 23,9 % des droits de vote. La participation baissera encore après la vente de 0,29 % du capital aux salariés et anciens salariés du groupe. L'État profite

de l'extraordinaire santé financière du groupe, indexée sur les succès du secteur. Mais ces ventes successives donnent aussi l'impression que l'État abandonne au privé ce qui marche pour des bénéfices à court terme, un mauvais signe dans une conjoncture morose. ●

export

LA BOLIVIE POURSUIT SES EMPLETTES

La Bolivie va recevoir prochainement trois Super Puma pour compléter sa flotte de douze hélicoptères achetés auprès de Airbus Helicopters. Surtout, le pays dirigé par Evo Morales a confirmé son intérêt pour l'achat en 2017 de deux avions de transport militaire de type Hercules pour 45 M\$ par appareil. Pas assez a priori pour des A400M, même si Airbus avait fait des tests d'altitude en atterrissant à La Paz en 2014. ●

rachat

LA VENTE D'AIRBUS ÉLECTRONIQUE SE PRÉCISE

Le fabricant allemand de satellites et constructeur du système Galileo, OHB, et le fonds d'investissement britannique Cinven auraient soumis une offre de rachat pour la filiale d'électronique de défense d'Airbus. Tom Enders a fait savoir qu'il voulait boucler le dossier d'ici la fin de 2015. ●

achat

LA DGA COMMANDE UN SYSTÈME REAPER

La DGA a notifié le 7 décembre l'achat d'un troisième système Reaper, qui doit être livré en 2019. Le deuxième doit être opérationnel dès l'an prochain. La loi de programmation prévoit que la France dispose de quatre systèmes MALE en 2019, composé chacun de trois drones. Ces systèmes sont indispensables aux opérations menées notamment au Sahel. ●

AERO
SPATIUM

LE MAGAZINE QUI PREND DE LA HAUTEUR

AEROSPATIUM EST SUR LE PAS DE TIR



Vous souhaitez être annonceur :
écrivez-nous à pub@aerospatium.info

Luftwaffe, Schmidt



Les Tornado allemands sont partis pour la Turquie.

POLITIQUE DE DÉFENSE

LA COALITION CONTRE DAECH S'ORGANISE SANS L'EUROPE

Les États-Unis et la France font pression sur leurs alliés européens, qui décident au cas par cas de leur participation à la force aérienne contre Daech en Syrie. Cela met en lumière l'absence criante d'une unité européenne en matière de défense.

↳ CAROLINE BRUNEAU

Les Américains font pression sur leurs alliés – avec un succès mitigé. Alors que les Pays-Bas ne veulent pas prendre de décision sur leur participation à la coalition en Syrie « avant au moins janvier », comme l'a expliqué le Premier ministre Mark Rutte en fin de semaine, les Allemands se sont montrés plus dociles.

La chambre des députés, le Bundestag, a voté l'envoi de d'une frégate et

d'un navire de soutien au porte-avions français « Charles-de-Gaulle », ainsi que de six Tornado vers la Turquie, d'où ils assureront, à partir de janvier seulement, des missions de reconnaissance et d'appui pour les forces qui frappent Daech.

Les députés allemands, en général très réticents à toute intervention armée, se sont montrés pour une fois fermes face à la menace de l'État isla-

mique, alors que les attentats de Paris et les menaces outre-Rhin ont fait monter la tension. C'est à une très large majorité qu'ils ont voté la participation des forces allemandes à la coalition.

Néanmoins, cet effort est très modeste rapporté au poids économique de l'Allemagne et des implications pour toute l'Europe de ses choix politiques, elle qui a unilatéralement ouvert les portes de l'Union aux migrants depuis le mois d'août. Et les États-Unis ne se sont pas priés pour le faire savoir. Selon l'hebdomadaire Spiegel, le ministre de la Défense Ursula von der Leyen a reçu de son homologue américain un courrier réclamant une plus grande implication du pays dans la guerre contre Daech.

Le gouvernement allemand n'aurait pour l'instant pas répondu. Les États-Unis aimeraient en fait que les forces allemandes participent également aux

frappes aériennes, et pas seulement aux missions de soutien.

En Grande-Bretagne, l'envoi d'avions a été voté par la chambre des Communes le 3 décembre. Dès le soir même, les chasseurs britanniques participaient aux frappes. La participation de l'armée britannique reste très discutée dans l'opinion, encore marquée par les retombées désastreuses de l'engagement en Irak en 2003. C'est finalement le discours du député travailliste Hilary Benn, pourtant opposant politique du Premier ministre David Cameron, qui a emporté les suffrages de ses collègues. Huit avions supplémentaires – deux Tornados et six Typhoons, en attente à Chypre – ont aussitôt été ajoutés à la coalition. D'autres pays ont fait le choix inverse. Le Danemark, qui avait envoyé 140 hommes et sept F-16 combattre Daech en 2014, les a retirés fin août pour maintenance et repos des troupes. La Belgique avait fait de même dès juillet. Les attaques de Paris n'ont pas changé la tendance.

L'EUROPE APPORTE UN SOUTIEN SYMBOLIQUE

Pourtant, et pour la première fois depuis sa signature, un État a fait jouer l'article 42-7 du Traité de l'Union Européenne au lendemain des attaques qui ont fait 130 morts le 13 novembre à Paris. La France, attaquée sur son sol, a demandé conformément au traité le soutien de l'Union européenne dès le 17 novembre. Et l'UE lui a accordé tout son appui... symbolique. Ajoutée au traité de Lisbonne en 2009, cette clause de solidarité n'engage ni l'Union, ni les États membres, chacun ayant la liberté de réagir à sa guise.

S'ils « doivent assistance », selon les termes du traité, au pays attaqué « cela n'affecte pas le caractère spécifique de la politique de sécurité et de défense de certains États membres. » La fin de l'article réduit encore plus la portée de

la solidarité européenne : « Les engagements et la coopération dans ce domaine demeurent conformes aux engagements souscrits au sein de l'Organisation

du traité de l'Atlantique Nord, qui reste, pour les États qui en sont membres, le fondement de leur défense collective et l'instance de sa mise en œuvre. » Exit donc l'Europe, au profit d'une défense menée par les États-Unis.

LA TURQUIE DE RETOUR DANS LE JEU EUROPÉEN

Les réponses des différentes instances européennes sur la question ne laissent d'ailleurs planer aucun doute : « L'UE soutient la coalition mondiale contre Daech mais ne participe pas aux activités militaires. Nous sommes actifs en matière d'aide humanitaire, de diplomatie dans le cadre du processus de Vienne », a expliqué une porte-parole de la Commission européenne pour les affaires extérieures. Même son de cloche du côté de l'Agence européenne de défense (AED), qui s'occupe de recherche et de projets capacitaires, mais pas d'organisation de moyens, et encore moins d'actions concrètes.

L'Union européenne, attaquée sur son sol par une organisation terroriste, se retrouve finalement dans l'incapacité de réagir. L'échec de l'Europe de la défense, actée en 1954 par le rejet par l'Assemblée nationale de la Communauté européenne de défense (CED), n'a jamais été dépassé. ●

LA DÉFENSE EUROPÉENNE EST CONFIEE A L'OTAN, DONC AUX AMÉRICAINS.

AU SOMMAIRE

12 L'EUROPE ABSENTE DE LA COALITION CONTRE DAECH

14 PREMIERS SUCCÈS D'ÆGIS ASHORE ET ARROW 3

16 LE CONTRAT COMSAT NG EST IMMINENT

DÉFENSE ANTIMISSILE

PREMIERS SUCCÈS
D'AEGIS ASHORE
ET ARROW 3

Les États-Unis et Israël ont effectué une série d'essais d'intercepteurs antimissiles début décembre, enregistrant les premiers succès de deux nouveaux systèmes, tandis que de son côté la Russie expérimente une parade pour les prendre en défaut.

↳ STEFAN BARENSKY

Le 8 décembre, l'US Navy, l'US Missile Defense Agency et le ministère japonais de la Défense ont procédé au deuxième essai en vol de la version Block 2A du missile SM-3 destiné au système de défense antiaérien Aegis. Dans le cadre de l'opération CTV-02 (Cooperative Development Controlled Test Vehicle), le missile a été tiré de l'île San Nicolas, au large de la Californie. Comme le premier essai CTV-01, réalisé à partir du même site le 6 juin, celui-ci ne comportait aucune manœuvre d'interception.

Ce n'était pas le cas de l'opération FTO-02 (Flight Test Operational) Event 1a qui a suivi deux jours plus tard sous l'égide de la MDA. Un engin cible – probablement un eMRBM (Short

Range Air Launch Target) de Lockheed Martin composé de deux étages SR-19 et Minuteman – a été largué d'un avion porteur C-17A de l'US Air Force et mis à feu sous parachutes au large d'Hawaï pour simuler un missile de moyenne portée. Il a été intercepté avec succès par un SM-3 Block 1B tiré du polygone de Kauai.

Ce succès, le premier enregistré par le système de défense côtière « Aegis Ashore, » était l'objectif d'une première tentative le 26 juin dernier. Celle-ci n'avait pu être menée à bien à la suite d'une défaillance de l'engin cible. Il redore aussi le blason du SM-3 suite à l'échec d'un missile identique tiré du destroyer Aegis « USS John Paul Jones » et victime d'une anomalie en début de

ENFIN LE SUCCÈS
TROIS SEMAINES
AVANT L'ENTRÉE
EN SERVICE
D'AEGIS ASHORE.

vol le 1^{er} novembre lors d'une tentative d'interception dans le cadre de l'exercice FTO-02 Event 2 (cf. AS n°0.1).

Le succès du système Aegis Ashore intervient peu avant l'entrée en service du premier site de ce type à Devesulu en Roumanie, le 31 décembre. Un second site, en Pologne, doit être opérationnel en 2018.

Egalement le 10 décembre, un exercice d'interception avec un antimissile Patriot PAC-3 a été réalisé sur le polygone de White Sands. La cible était un engin Juno – composé des deux étages supérieurs SR-19 et M-57 d'un missile Minuteman – tiré de Fort Wingate.

INTERCEPTION DANS LE
CIEL DE MÉDITERRANÉE

Toujours le 10 décembre, Tsahal a réalisé son propre essai d'interception en coopération avec la MDA américaine et l'Israel Missile Defense Organization. Un antimissile Arrow 3 d'Israel Aircraft Industries (IAI) a été tiré de la base de Palmahim, au sud de Tel Aviv, et a détruit un engin-cible Silver Sparrow de Rafael, lui-même largué au dessus de

la Méditerranée par un avion-porteur F-15D. Sa trajectoire – simulant celle d'un missile Scud ou d'un Shahab 3 iranien – a été déterminée par un système BMC (Battle Management Control) développé par Elta qui a permis de définir une trajectoire d'interception exo-atmosphérique pour générer peu de débris potentiellement dangereux. Il s'agissait du tout premier succès rencontré par le Arrow 3, qui a connu un échec en décembre 2014.

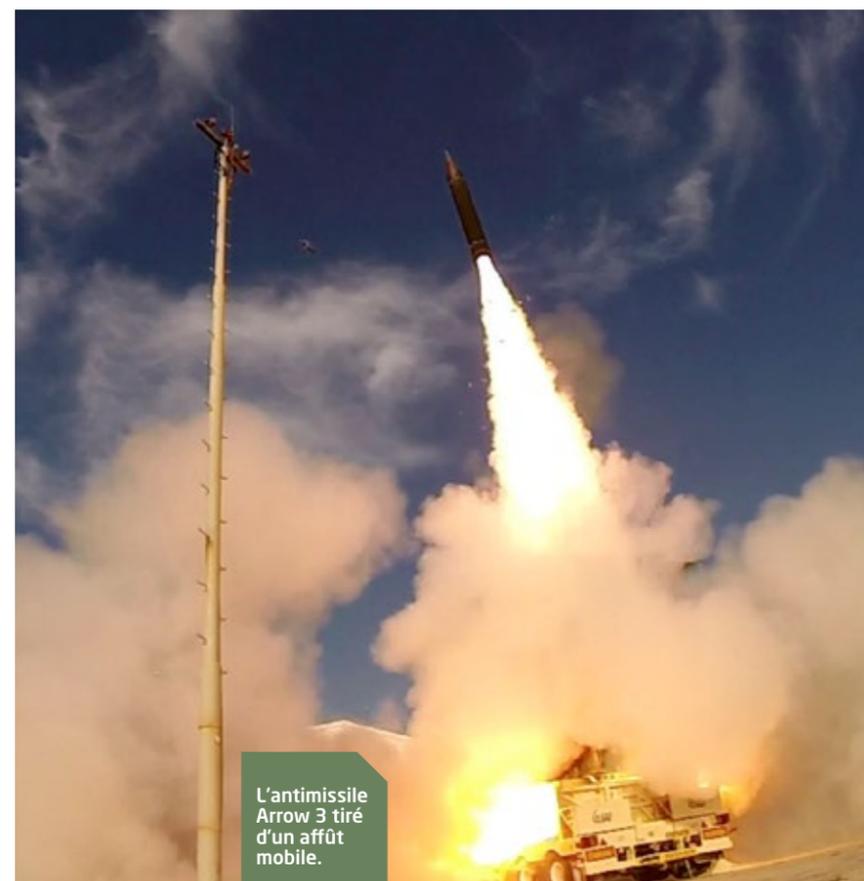
Le 18 novembre, la Russie aurait également enregistré de son côté le premier succès – en trois essais – de son intercepteur antisatellite A-235 Noudol, développé par PVO Almaz-Anteï, apparemment depuis le site de Sary Chagan, au Kazakhstan.

La Russie continue par ailleurs sa campagne d'essais de missiles balistiques embarqués avec trois tirs en un mois. Deux 3M14 Boulava ont été tirés du sous-marin K-551 « Vladimir Monomaque » le 14 novembre, et un R-29RM Sineva du K-51 « Verkhotouryë » le 12 décembre. À chaque fois, de la mer de Barents vers le polygone de Koura dans le Kamtchatka. Le 17, c'était un RS-12M Topol intercontinental qui était tiré de Kapoustine Iar vers Sary Chagan, pour tester une nouvelle ogive manœuvrante, justement conçue pour éviter les intercepteurs cinétiques des systèmes antimissiles américains. Ce vol serait le onzième ou le douzième de ce type réalisé par la Russie depuis 2005. ●



Flamboyant décollage du SM-3-1B.

MDA



L'antimissile Arrow 3 tiré d'un affût mobile.

MDA

TERMINOLOGIE

ESSAI EN IRAN
D'UN MISSILE
« NON-NUCLÉAIRE »

Hasard du calendrier, ces interceptions interviennent moins de trois semaines après le tir d'essai d'un missile balistique iranien de portée moyenne Ghadr 110, qui serait une amélioration du Shahab 3, le 21 novembre. Il s'agissait du second tir de missile stratégique réalisé par Téhéran depuis la signature, le 14 juillet, avec les membres du Conseil de sécurité de l'Onu et l'Union européenne, du plan global d'action conjointe qui prévoit une levée des sanctions économiques sur l'Iran en échange d'un ralentissement de son programme nucléaire et d'un moratoire de huit ans sur ses essais de missiles susceptibles d'être transformés en vecteurs nucléaires. Toutefois, le gouvernement iranien se défend d'avoir violé l'accord, affirmant que le missile en question, tiré d'un site proche du port de Chahabar, près de la frontière pakistanaise, n'a pas de capacité nucléaire. Un essai d'un autre missile à moyenne portée dérivé du Shahab 3, l'Imad avait déjà eu lieu le 11 octobre.



TÉLÉCOMMUNICATIONS

LE CONTRAT COMSAT NG EST IMMINENT

Concept de
plateforme
Spacebus
Neo.

STEFAN BARENSKY

Dans les derniers jours de décembre, le ministère de la Défense devrait passer commande à l'industrie de deux satellites pour succéder à l'actuel système Syracuse 3.

La phase industrielle du programme Comsat NG (Communications par satellite de nouvelle génération) est sur le point de démarrer avec la signature d'un contrat pour le développement et la réalisation de deux satellites de télécommunications militaires – robustes au brouillage et aux cyber attaques – à lancer en 2021 et 2022. Le feu vert aurait été donné lors du dernier Comité ministériel d'investissement (CMI), qui s'est tenu le 11 novembre.

DEUX INDUSTRIELS, DEUX PLATEFORMES

Le contrat a été signé début décembre par la DGA (Direction générale de l'armement) avec les groupes Thales (65 %) et Airbus (35 %) et sera notifié officiellement une fois qu'il aura été contresigné par le ministère des Finances. Dans le cadre de l'offre conjointe présentée au CMI de décembre 2014, la maîtrise d'œuvre du système est confiée à Thales Alenia Space qui se chargera aussi des charges utiles en bandes X et Ka. D'une manière

**UN MARCHÉ DE 3,8 MD€
DONT UN QUART POUR
LA CONSTRUCTION DE
DEUX SATELLITES**

assez originale, les deux satellites ne partageront pas la même plateforme. L'un sera réalisé sur la base de la nouvelle plateforme Eurostar Neo d'Airbus Defence & Space (cf. AS n°0.2) et l'autre la Spacebus Neo de TAS (cf. AS n°0.1).

TAS a déjà réalisé les charges utiles des trois générations de satellites Syracuse (Système de radiocommunications utilisant le satellite) depuis 1984, et a été maître d'œuvre de la dernière (Syracuse 3) actuellement en service. Airbus DS a été maître d'œuvre des séries de satellites Télécom 1 et 2, porteurs des charges utiles Syracuse 1 et 2.

Le programme est budgété à hauteur de 3,8 Md€ sur 17 ans, dont un quart pour la construction des deux premiers satellites. En termes d'autorisations d'engagement – les sommes qui peuvent être engagées contractuellement – cela représente 817 M€ en 2015 et 170 M€ en 2016. Quelque 70 M€ de crédits de paiement – les sommes disponibles pour les versements – sont inscrits au budget 2016, avec une montée en puissance jusqu'en 2019. Le reste couvre aussi les lancements, le segment sol, la maintenance du système ainsi qu'un éventuel troisième satellite.

COMMERCIALISATION VIA PPP

Le système étant dimensionné pour les besoins de télécommunications militaires à l'horizon 2030, il devrait disposer d'une réserve de capacité qui sera disponible d'ici là, aussi le contrat avec les industriels comporte-t-il un partenariat public-privé (PPP) pour sa commercialisation via les filiales spécialisées des deux groupes : Telespazio et Airbus DS Services. Cet accord aurait permis de réduire la facture présentée à la DGA de quelques pourcents et comporte des objectifs commerciaux qui, s'ils venaient à être dépassés, pourrait ouvrir la voie à un intérêt de l'État sur les résultats. ●

AERO SPATIUM

LE MAGAZINE QUI PREND DE LA HAUTEUR

ENVOLEZ-VOUS AVEC NOUS !



Vous souhaitez recevoir Aerospatium :
écrivez-nous à abonnement@aerospatium.info



DESSERTE ORBITALE

RETOUR EN VOL DU CYGNUS EN VERSION XL

Le cargo
Cygnus OA-4
en approche
de l'ISS.

Nasa, Roskosmos

Après une interruption de plus de six mois, la desserte commerciale de l'ISS a repris, avec un cargo Cygnus à la capacité d'emport doublement accrue, alors que la Nasa se prépare à passer une nouvelle série de contrats de ravitaillement.

↳ STEFAN BARENSKY

FICHE DE MISSION

ATLAS 5/401 AV-061

Décollage le 6 décembre à 21h44m56s TU du complexe SLC-41 de Cape Canaveral (Floride).
Charge utile : **Cygnus OA-4** (7 492 kg).
Orbite initiale : 234 x 237 km, 51,6°.
Première mission Atlas vers l'ISS.

ment sur Atlas 5. Le contrat a été signé le 9 décembre 2014. Une option pour un second vol a été confirmée le 12 août dernier et concerne la mission OA-6 actuellement prévue pour le 10 mars 2016, en attendant un retour en vol en milieu d'année du lanceur Antares d'Orbital ATK, pour la mission OA-5, avec une nouvelle motorisation remplaçant celle à l'origine de l'échec d'octobre 2014.

PLUS DE VOLUME ET PLUS DE PUISSANCE

L'Atlas 5 en version 401 étant plus puissant que l'Antares, la capacité d'emport de fret en a été également augmentée. De plus, le Cygnus OA-4 inaugure la version améliorée du cargo, avec un module pressurisé dont la longueur passe de 3,66 à 4,86 m, et le volume interne de 18,9 à 26,2 m³. Dans cette configuration, sur Atlas, le Cygnus peut emporter jusqu'à 3 700 kg de charge utile, contre 2 000 kg pour les versions précédentes sur Antares. Pour cette mission, il a été chargé de 3 513 kg de fret, comprenant des consommables, des expérimentations et des équipements, dont des nanosatellites (voir encadré p. 20) et une imprimante 3D européenne développée par Altran. Lors des futures missions sur Antares, la capacité d'emport du Cygnus allongé sera ramenée à 2 700 kg.

Cette nouvelle version du Cygnus inaugure aussi de nouveaux générateurs solaires souples Ultra- ● ● ●

Le cargo Cygnus OA-4 « SS Deke Slayton 2 » a rejoint la Station spatiale internationale le 9 décembre, rétablissant la ligne de ravitaillement du complexe orbital par des cargos américains. Après la perte du Cygnus Orb-3 « SS Deke Slayton » le 28 octobre 2014 et de la capsule Dragon SpX-7 le 28 juin 2015, dans l'explosion de leur lanceur respectif Antares 120 et Falcon 9, la Nasa ne disposait plus de moyen propre pour atteindre l'ISS et ne pouvait plus comp-

ter que sur les cargos japonais HTV et russes Progress. La dernière capsule Dragon a quitté l'ISS le 21 mai.

L'Américain Orbital ATK, maître d'œuvre et opérateur du Cygnus, a fait preuve d'une grande réactivité pour tenir les objectifs de son contrat CRS (Commercial Resupply Service) décroché auprès de la Nasa en décembre 2008. Si tôt après l'échec de sa dernière mission, qui a cloué au sol son lanceur Antares, l'industriel a contacté United Launch Alliance (ULA) pour réserver un lance-

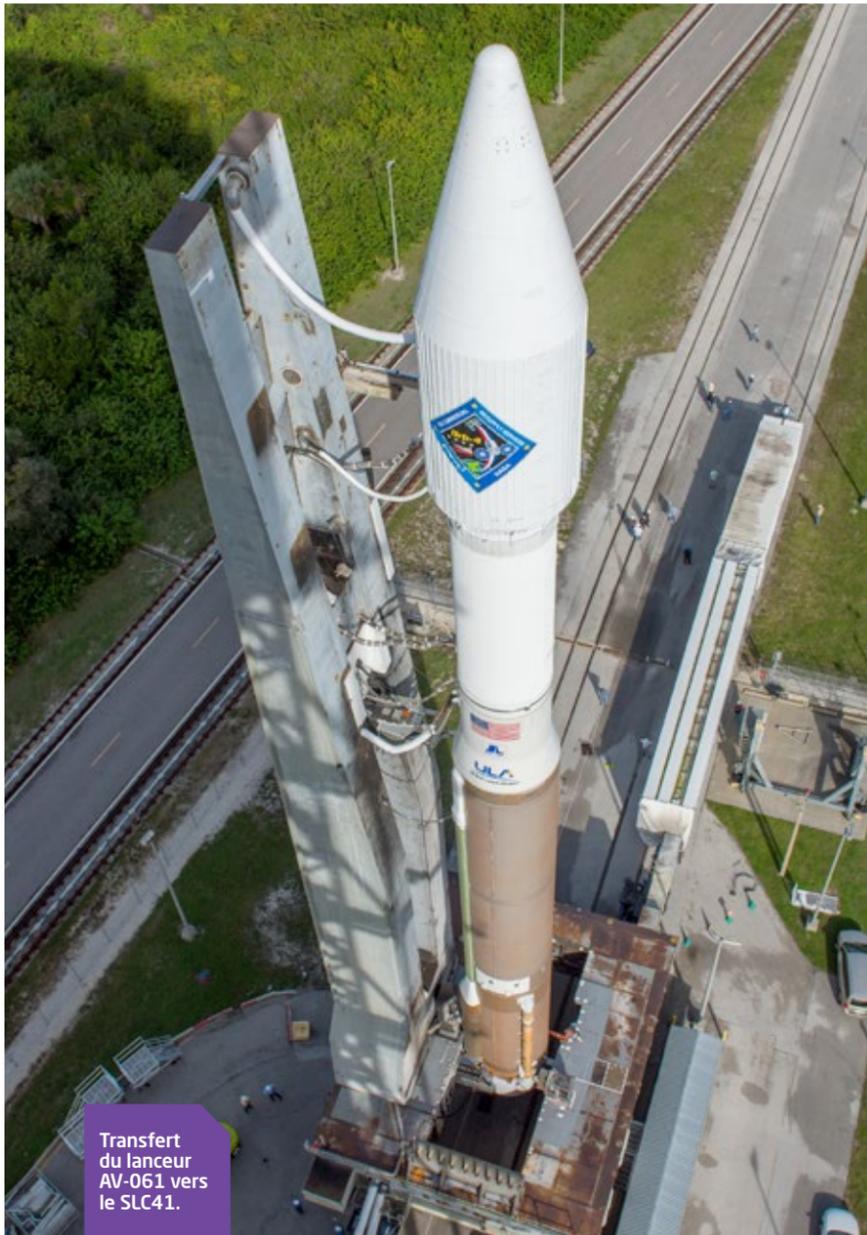
AU SOMMAIRE

18 RETOUR EN VOL
DU CYGNUS EN
VERSION XL

22 LE CHANT DU
CYGNE DU ZENIT

24 LE JAPON AUTOUR
DE VÉNUS

25 AIRBUS DS SIGNE
LE CONTRAT JUICE



ULA

Transfert du lanceur AV-061 vers le SLC41.

PASSAGERS

NANOSATELLITES À BORD

Parmi les 3 513 kg de charges utiles embarquées sur le Cygnus OA-4 figuraient dix-huit nanosatellites qui seront déployés à partir du module japonais Kibô. Parmi ceux-ci on compte douze cubesats d'observation Flock 2e pour renforcer la constellation de Planet Labs. Développé par la startup californienne NovaWurks, SIMPL (Satlet Initial-Mission Proofs and Lessons) est un prototype de nanosatellite modulaire, composé de six modules identiques et de deux panneaux solaires qui seront assemblés ensemble par l'équipage de l'ISS. CADRE (Cubesat investigating Atmospheric Density Response to Extreme driving) de l'université du Michigan étudiera la très haute atmosphère, tandis que MinXSS-1 (Miniature X-ray Solar Spectrometer), de l'université du Colorado à Boulder observera le Soleil. Tous deux sont des cubesats triples. Le centre spatial Ames de la Nasa a pour sa part développé les cubesats Nodes 1 et 2 (Network & Operation Demonstration Satellite) qui collecteront des mesures de radiation et testeront un logiciel de contrôle basé sur Android. Enfin STMSat 1 est le premier cubesat développé par des écoliers de primaire, en l'occurrence la St. Thomas More Cathedral School d'Arlington, avec le soutien d'éducateurs de la Nasa.

●●● Flex, déployables en éventails d'un diamètre de 3,7 m, capable de fournir 3,5 kW de puissance électrique. Développée depuis plus de vingt ans par Orbital ATK, cette technologie permettrait de diviser par trois la masse des panneaux solaires. Elle a déjà été appliquée aux générateurs de l'atterrisseur martien Phoenix en 2004 (2,1 m de diamètre) et à ceux de son successeur Insight (2,15 m) qui sera lancé en mars prochain. Une version de 6 m de diamètre a été étudiée pour le module

de service de la capsule Orion avant que la responsabilité de celui-ci ne soit confiée à l'ESA. Auparavant, les Cygnus étaient équipés de générateurs rigides

LE CYGNUS ALLONGÉ PEUT EMPORTER 3,7 T DE FRET SUR ATLAS ET 2,7 T SUR ANTARES

fournis par Airbus Defence & Space Netherlands (ex-Dutch Space) d'une puissance équivalente.

RALLONGES EN JANVIER

Le succès de la mission Cygnus OA-4 et sa réactivité dans la gestion de l'échec de l'Antares placent Orbital ATK en bonne position pour la seconde série de contrats CRS dont la Nasa a repoussé l'attribution de juin à octobre 2015, puis à la fin du mois de janvier 2016. En août dernier, Orbital

ULA



Le Cygnus OA-4 dans la coiffe de 4 m de l'Atlas 5.

ATK a révélé que son contrat CRS-1, qui devait initialement porter sur la livraison de 20 t de fret en huit vols, pourrait être achevé en sept missions uniquement, grâce aux améliorations de la capacité d'emport. Cependant la Nasa a décidé de le porter à 28,7 t de fret, grâce à trois missions supplémentaires (8E, 9E et 10E). Aussi, Orbital ATK a-t-il ajouté deux modules pressurisés EPM (Enhanced Pressurized Module) à sa commande passée auprès de Thales Alenia Space Italia en 2009 (et qui comprenait déjà un module pour la mission n°8). En cas de sélection pour le marché CRS-2, cette commande sera à nouveau étendue.

La situation est moins favorable pour son principal concurrent SpaceX, qui ne dispose pas de solution de rechange pour lancer sa capsule Dragon.

Annoncé et régulièrement reporté depuis la mi-novembre, le retour en vol du Falcon 9 est actuellement prévu pour la nuit du 19 au 20 décembre, avec une grappe de onze petits satellites de messagerie Orbcomm OG2 (172 kg

SPACEX PRÉVOIT DE REPRENDRE LES VOLS DE DRAGON EN FÉVRIER

pièce). Ce vol sera également le premier de la nouvelle version du lanceur, dite « 1.2 », avec une capacité accrue.

Le manifeste des missions suivantes est longtemps resté énigmatique, de l'aveu même des clients im-

pliqués. Il devrait comprendre en moins d'un mois un lancement commercial et deux vols institutionnels pour la Nasa, dont le satellite d'altimétrie Jason 3 (cf. AS n°0.2) annoncé pour le 17 janvier sur le dernier Falcon 9 v1.1 au départ de Vandenberg, suivi de la capsule Dragon SpX-8, sur le nouveau Falcon 9 v1.2 de Cape Canaveral, qui a glissé au 7 février.

La Nasa aurait demandé à SpaceX d'aligner deux succès de sa nouvelle version avant d'autoriser cette dernière mission. Cela impliquerait de la faire précéder par le lancement du satellite de télécommunications SES-9, annoncé pour « mi-janvier. » Le report du Dragon en février a ruiné les chances de SpaceX de reprendre ses vols vers l'ISS avant l'attribution du contrat CRS-2 (voir encadré). ●

COMPÉTITION

LES CANDIDATS DU CRS-2

Outre Orbital ATK et SpaceX, un voire deux industriels concurrents seraient encore en lice pour le marché CRS-2. Sierra Nevada Corp. (SNC) présente une version inhabitée de son avion spatial Dream Chaser. La société du Colorado a conclu un accord de partenariat avec le DLR et OHB en Allemagne et envisagerait de faire intervenir des industriels européens dans la production du véhicule en cas de sélection. Donné comme recalé en octobre, Lockheed Martin n'a pas confirmé son élimination et proposerait toujours son remorqueur Jupiter doté d'un bras robotique fourni par MDA au Canada et son module cargo Exoliner, développé avec Thales Alenia Space Italia sur la base du module pressurisé de l'ATV européen. En revanche, Boeing, qui proposait une version inhabitée de sa capsule Starliner, a été officiellement écarté en novembre.

LANCEURS

LE CHANT
DU CYGNE
DU ZENIT

Pour la première fois depuis dix-huit mois, un lanceur Zenit a placé un satellite sur orbite. En fait de retour en vol, il pourrait s'agir de la dernière mission du lanceur ukrainien.

STEFAN BARENSKY

Après trente ans d'activités, le lanceur Zenit pourrait bien avoir fait sa dernière - discrète - apparition, le 11 décembre, en plaçant directement sur orbite géostationnaire le satellite météorologique russe Elektro L n°2. Ce qui va se passer ensuite reste nébuleux.

Deux exemplaires du lanceur sont encore disponibles à Baïkonour. Commandés en 2010 à l'industriel ukrainien MZ Youjmach de Dnepropetrovsk, ils ont été livrés en 2013. L'un, complet, était destiné au satellite d'astronomie gamma Spektrum RG. L'autre, dépourvu de moteurs, au premier satellite de télécommunications ukrainien, Lybid 1. Selon certaines sources russes, le lanceur de

LES SATELLITES ONT
ÉTÉ TRANSFÉRÉS SUR
PROTON POUR CAUSE DE
CRISE UKRAINIENNE

Spektrum RG aurait dépassé sa date de péremption en novembre et ne pourrait être mis en œuvre sans une remise en état par les équipes ukrainiennes de KB Youjnyoué et MZ Youjmach. Toutefois, fin 2014, un contrat de 17 M de roubles (220 000 €) a été passé pour maintenir en état de vol les lanceurs Zenit d'Elektro L n°2 et Spektrum RG. Selon

d'autres sources russes, ce dernier serait donc encore utilisable jusqu'à l'été 2016.

Cependant, en raison de la crise ukrainienne, la

Russie a décidé en janvier 2015 de transférer sur Proton les derniers satellites qui lui restaient à lancer sur Zenit. Il s'agissait principalement d'Elektro L n°3, à la fin de 2016 ou au début de

2017, et de Spektrum RG, qui a glissé pour sa part jusqu'en 2017. Les autorités ukrainiennes, qui ont exclu le secteur spatial de leur embargo commercial avec la Russie, n'ont pas réussi à obtenir les fonds nécessaires pour acheter les moteurs du lanceur de Lybid

DERNIER VOL

UN LANCEUR
UKRAINO-RUSSE

Le lanceur utilisé pour la mission du 11 décembre était un Zenit 3F, c'est à dire un bi-étage Zenit 2SB80 fourni par MZ Youjmach, mais équipé de moteurs russes de NPO Energomach. Il était surmonté d'un étage Fregat SB, réalisé par NPO Lavotchkine de Khimk, près de Moscou. Il lui a fallu sept heures et trois allumages du Fregat pour amener Elektro L n°2 sur son orbite définitive. La mission était assurée pour 2,78 Md de roubles (36 M€).



Transfert
du dernier
Zenit à
Baïkonour.

FICHE DE MISSION

ZENIT 3F/FREGAT SB

Décollage le 11 décembre à 13 h 45 m 32 s TU du complexe 45/1 de Baïkonour (Kazakhstan).

Charge utile : Elektro L n°2 (1 620 kg).

Orbite initiale : Géostationnaire.

Possible dernier vol du Zenit.

que la Russie facilite les choses pour son lancement.

Le transfert des lanceurs restants à International Space Services, une des entités du consortium Land Launch, a été évoqué. Contrôlé par RKK Energia, Land Launch a commercialisé des lancements géostationnaires sur Zenit 3SLB au départ de Baïkonour de 2007 à 2013. À ce jour, la firme ne dispose d'aucun lancement dans son carnet de commandes.

Introduit en 1985, le lanceur Zenit a été lancé à 83 reprises, dont 36 fois à partir de la plateforme Odyssey du consortium Sea Launch. Passé sous le contrôle de RKK Energiya en 2010 après être passé sous Chapitre 11 en 2009, Sea Launch a suspendu ses activités après un dernier lancement en mai 2014, faute de client.

L'ASPHYXIE DE YOUJMACH

L'arrêt de la production du Zenit est une des raisons de la baisse d'activité importante de MZ Youjmach, qui a connu un effondrement de 80% de son chiffre d'affaires et a dû faire passer son personnel de trois à un seul jour travaillé par semaine au quatrième trimestre 2015. La relance de la chaîne des lanceurs Tsyklon, avec le modèle Cyclone 4 pour le Brésil, a aussi connu un coup d'arrêt avec la dénonciation en juillet de l'accord conclu par Brasilia et la conversion des missiles R-36 en lanceurs Dnepr doit s'achever prochainement, avec l'arrêt du système en 2017.

SATELLITE

ELEKTRO L N°2 :
UN METEOSAT RUSSE

Basé sur une plateforme Navigator de NPO Lavotchkine, Elektro L n°2 emporte une charge utile réalisée par Russian Space Systems (AO RKS) et composée principalement d'un imageur multispectral à balayage MSU-GS, capable d'observer le disque terrestre dans trois bandes du spectre visible et sept de l'infrarouge. Le rafraîchissement des images a lieu toutes les 30 minutes, mais peut être accéléré à 10 ou 15 minutes en cas d'urgence, comme le suivi des catastrophes naturelles. Une charge scientifique GGAK-E aura pour mission de surveiller l'effet des rayonnements solaires sur la magnétosphère terrestre. Elektro L n°2 doit être positionné à 77,8° Est, au sud de l'Inde, pour couvrir l'océan Indien et les continents limitrophes et assurer la contribution russe au réseau météorologique mondial du World Weather Watch.

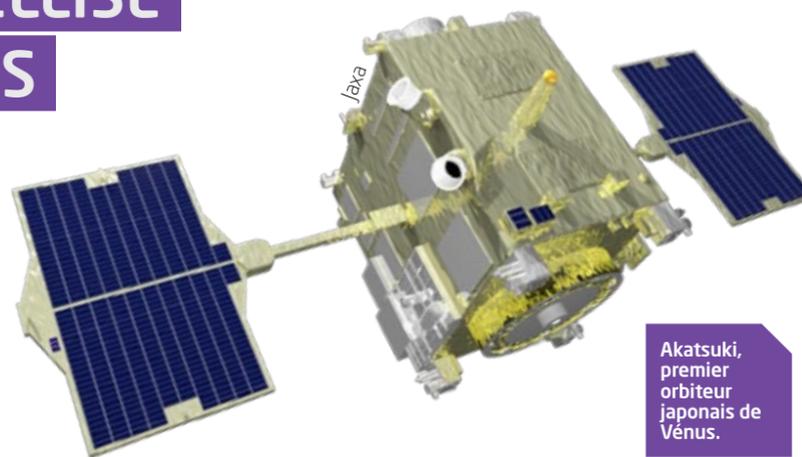
Les activités de MZ Youjmach sont compliquées par la tension avec la Russie. Ainsi, en octobre, le SBU (Services secrets ukrainiens) a refusé de donner à ses équipes l'autorisation de se rendre à Baïkonour. Une partie de la campagne de lancement d'Elektro L n°2 a ainsi dû être assurée par des équipes russes de Sea Launch.

MZ Youjmach s'étant diversifié dans les autobus et les tramways, les dernières productions spatiales qui se maintiennent à Dnepropetrovsk concernent le premier étage des lanceurs Antares d'Orbital ATK aux Etats-Unis et les moteurs RD-843 pour le dernier étage du Vega en Europe. Les responsables ukrainiens comptent néanmoins énormément sur un rapprochement avec Boeing, dans le cadre d'un accord de partenariat signé en septembre. ●

EXPLORATION

LE JAPON SE SATELLISE AUTOUR DE VÉNUS

La sonde Akatsuki, alias Venus Climate Orbiter, est parvenue à se placer sur orbite autour de Vénus le 7 décembre. C'est la première fois qu'une sonde japonaise parvient à se satelliser autour d'une autre planète.



Akatsuki, premier orbiteur japonais de Vénus.

STEFAN BARENSKY

La manœuvre a été accomplie grâce à l'allumage pendant 20 minutes de quatre moteurs monergols de 23 N de poussée chacun, normalement affectés au contrôle d'attitude et qui n'avaient pas été qualifiés pour fonctionner sur de telles durées.

La sonde gravite maintenant en 13 jours et 14 heures sur une orbite très elliptique entre 400 et 440 000 km d'altitude. Celle-ci sera modifiée en avril pour être réduite à neuf jours. La sonde doit ensuite étudier l'atmosphère de la planète grâce à cinq caméras travaillant dans différentes bandes de l'infrarouge et de l'ultraviolet.

ÉCHEC INITIAL

Lancée le 21 mai 2010, Akatsuki aurait dû se placer sur une orbite de 30 heures autour de Vénus le 7 décembre suivant, afin de travailler en tandem avec la sonde européenne Venus Express. Hélas, la défaillance de son moteur principal OME (Orbit Manuever Engine) de 500 N, après moins de trois minutes de poussée, n'avait pas permis l'injection sur orbite vénusienne et elle avait poursuivi sa course autour du Soleil. L'analyse des nombreuses té-

lémesures renvoyées après l'incident a permis de déterminer que le mauvais fonctionnement d'une vanne de pressurisation du réservoir d'hydrazine a entraîné une chute de poussée accompagnée d'une hausse de température dans la chambre en raison du mauvais

ans, après purge de son réservoir de peroxyde d'azote, devenu inutile après la défaillance de l'OME. Entre-temps, la mission Venus Express est parvenue à son terme. Le contact avec l'orbiteur européen a été perdu en décembre 2014, peu avant le réveil d'Akatsuki.

D'une masse au lancement de 518 kg, dont 200 kg d'ergols, la sonde a été réalisée sous maîtrise d'œuvre industrielle de Nec Toshiba Space Systems. Son développement par la Jaxa a coûté 14,6 Md¥ (110 M€ au cours actuel), mais le coût actuel de la mission est estimé à 290 M\$.

REPORT DE CINQ ANS

Avant Akatsuki, le Japon avait déjà connu un échec avec son orbiteur martien Nozomi, lancé en 1998, et qui n'ayant pu atteindre la planète rouge, en deux tentatives, en raison de défaillances d'une vanne d'ergols en 1999 et de son électronique de bord en 2003.

Le Japon est la première puissance spatiale asiatique autour de Vénus, tandis que l'Inde a réussi un exploit similaire autour de Mars en 2014. Leur principal rival, la Chine, concentre ses efforts sur la Lune mais prévoit de lancer une mission vers Mars en 2020 et vers Vénus en 2024. ●

LA MISSION D'ÉTUDE DE L'ATMOSPHÈRE DOIT DÉMARRER EN AVRIL 2016

exploration



Juice explorera les lunes de Jupiter en 2030.

Airbus DS

AIRBUS DS SIGNE LE CONTRAT POUR JUICE

D'une valeur de 350 M€, le contrat pour la réalisation de la sonde Juice (JUperiter ICy moons Explorer) a été signé le 9 décembre entre l'ESA et Airbus Defence & Space, maître d'œuvre industriel du programme sélectionné en juillet. Retenue en mai 2012, comme première mission de classe L (Large) du programme « Cosmic Vision » de l'ESA. Juice étudiera les possibilités de l'émergence d'une vie dans les principales lunes de Jupiter, soupçonnées

Vénus et Mars, l'orbiteur de 5,5 t (1,8 t à vide) atteindra le système jovien en janvier 2030. Il entamera alors une mission de 32 mois autour de la planète géante pour étudier les différentes lunes galiléennes, à l'aide d'une charge utile scientifique composée de dix instruments, avant de se satelliser autour de la plus grosse, Ganymède, en septembre 2032.

Conçu pour détecter la signature magnétique des océans subglaciaires, Juice se caractérisera notamment par un niveau de propreté magnétique sans précédent, un durcissement aux radiations et un générateur solaire de 97 m², le plus grand jamais

réalisé pour une mission interplanétaire, qui permettra de fournir 900 W de puissance malgré la grande distance au Soleil. ●

Conçu pour détecter la signature magnétique des océans subglaciaires, Juice se caractérisera notamment par un niveau de propreté magnétique sans précédent, un durcissement aux radiations et un générateur solaire de 97 m², le plus grand jamais

réalisé pour une mission interplanétaire, qui permettra de fournir 900 W de puissance malgré la grande distance au Soleil. ●

JUICE BÉNÉFICIERA D'UNE PROPRETÉ MAGNÉTIQUE SANS PRÉCÉDENT

télécommunications

HUIT SATELLITES O3B DE PLUS POUR TAS

L'opérateur O3b Networks a passé commande fin novembre à Thales Alenia Space de huit satellites supplémentaires pour sa constellation de liaisons à haut débit en bande Ka qui en compte déjà douze. Comme leurs prédécesseurs, ces satellites de 700 kg seront lancés par grappes de quatre sur des Soyouz guyanais, fin 2017 et début 2018.

Pour l'essentiel, il s'agira de satellites récurrents, même si quelques modifications ont été apportées notamment au niveau de la puissance électrique, augmentée de 20 % et désormais proche de 2 kW en début de vie, qui permettra d'améliorer le cryptage sans affecter le débit. Les douze antennes mobiles, fournies par MDA au Canada, seront également optimisées pour une meilleure couverture.

PUISSANCE ACCRUE ET CRYPTAGE RENFORCÉ

permettra de réduire les cycles de production de 15 à 20 %.

Ce contrat, rendu public le 10 décembre, est le seul qui ait été passé en 2015 pour une constellation de télécommunications. L'annonce de juin par OneWeb et Airbus Defence & Space concernait en effet un partenariat industriel et non une commande en bonne et due forme. Dans la foulée de ce contrat, O3b a annoncé avoir levé 460 M\$ pour financer sa croissance. Les deux tiers de cette somme devraient couvrir l'achat des huit satellites et des deux lanceurs Soyouz. ●

Les charges utiles seront réalisées à Toulouse et les plateformes à Cannes. Leur intégration aura lieu à Rome, sur une nouvelle ligne en partie robotisée qui

AU SOMMAIRE

28 L'ESA TESTE
LE DIAPASON
DE L'ESPACE-TEMPS

32 UNE MISSION
HORS DU TEMPS

34 LISA ET LES ONDES
GRAVITATIONNELLES

38 MICROSCOPE

40 DES FINANCEMENTS
POUR L'INVISIBLE



100 ANS APRÈS EINSTEIN

LA RELATIVITÉ À L'ÉPREUVE DES SONDÉS

Lisa
Pathfinder
quitte le
domaine
terrestre.

La théorie de la relativité générale a cent ans. Depuis que l'humanité a entrepris de quitter sa planète, elle teste les règles régissant la physique de l'espace-temps sans parvenir à y trouver de faille exploitable. En 2016, deux missions européennes s'attelleront à la tâche : Lisa Pathfinder et Microscope.

L'ESA TESTE LE DIAPASON DE L'ESPACE-TEMPS

La théorie de la relativité prévoit l'existence d'ondes gravitationnelles. La mission Lisa Pathfinder va expérimenter la technologie qui permettra peut-être de les détecter.

STEFAN BARENSKY

Hazard du calendrier, le lancement de la mission Lisa Pathfinder est intervenu exactement un siècle et un jour après la publication par l'Académie royale des sciences de Prusse de la théorie de la gravitation d'Albert Einstein, plus connue sous le nom de « théorie de la relativité générale. »

La mission de ce satellite technologique est justement de valider la conception d'un « accéléromètre » ultrasensible qui sera au cœur de la future mission Lisa (voir article p.34) à l'horizon 2034 dont l'objectif se trouve être de détecter l'un des phénomènes prévus par cette théorie : les ondes gravitationnelles.

FICHE DE MISSION

VEGA VV06

Décollage le 3 décembre à 04 h 04 m 00 s TU du complexe SLV du Centre spatial guyanais (CSG) de Kourou.

Charge utile : **Lisa Pathfinder** (486 kg) et son module propulsif (1 420 kg).

Orbite initiale : 209 x 1 521 km, 6,0°.

Dernière mission du programme Verta.

Mise sous coiffe de Lisa Pathfinder au CSG.

S. Corvajá, ESA

« Malheureusement pour cette branche de la physique, on ne peut pas construire de modèle réduit d'une mission sur les ondes gravitationnelles pour tester la mission finale Lisa, » explique Eric Plagnol, directeur de recherche au CNRS et responsable d'expérience sur la mission Lisa Pathfinder. « Il faut tout de suite une mission très importante, notamment au niveau financier. Comme l'Esa ou même la Nasa n'allait pas tout d'un coup faire confiance à notre communauté de chercheurs un peu aventureuse en nous donnant tout de suite le budget pour Lisa. Ils nous ont demandé de faire nos preuves et c'est comme cela que Lisa Pathfinder est née. »

PRÉCISION SUBATOMIQUE

Lisa comprendra trois satellites dotés de masses de référence, gravitant autour du Soleil à 70 millions de kilomètres de la Terre et formant un triangle équilatéral d'un million de kilomètres de côté. Des micropropulseurs assureront le maintien des positions relatives des satellites vérifiées par laser, tandis que la variation de distance entre les masses sera mesurée avec une précision subatomique. L'objectif sera de filtrer toutes les perturbations externes pour faire apparaître celles, à la limite du détectable, causées par la lente oscillation de l'espace-temps due aux ondes gravitationnelles les plus puissantes. ●●●

L'ENVIRONNEMENT DES MASSES DE RÉFÉRENCE SERA L'ENDROIT « LE PLUS CALME DE L'UNIVERS »

●●● La charge utile LTP (Lisa Technology Package) de Lisa Pathfinder consiste en deux cubes d'or platiné de 1 960 g et 46 mm de côté suspendus chacun dans sa propre enceinte sous vide. Ils simulent, à 38 cm de distance l'un de l'autre, les masses de référence qui voleront à bord des satellites Lisa, mais séparées d'un million de kilomètres.

MICROPROPULSEURS AU BANC D'ESSAI

Pour maintenir les deux masses dans un état de chute libre gravitationnelle le plus parfait possible, le satellite est équipé de six micropropulseurs à gaz froid, qui entrent en action chaque fois que les masses de référence dérivent de leur position. Ils doivent pouvoir maintenir la position du satellite au nanomètre près. La principale source de perturbation sera la pression des photons solaires, qui devrait fournir une poussée de l'ordre de 19 μN . Ces micropropulseurs ont été testés au sol par l'Onera et seront étalonnés dans

l'espace, avec une précision redoutable, par Lisa Pathfinder.

LA PRESSION DES PHOTONS SOLAIRES SERA LA PRINCIPALE SOURCE DE PERTURBATIONS

Massachusetts, et capables de fournir des poussées de 5 à 30 μN avec une stabilité de l'ordre de 0,1 μN est fourni par la Nasa. Ces propulseurs utilisent un champ électrostatique puissant pour accélérer des gouttelettes d'un fluide colloïdal.

Le développement de ces micropropulseurs, et de bien d'autres éléments de Lisa Pathfinder, a été un vrai défi lancé aux industriels, ce qui a entraîné des dépassements de budget et de calendrier. L'ESA avait notamment commencé par développer des micropropulseurs basés sur des émissions ioniques mais ces modules n'ont pas atteint un degré de maturité suffisant pour la mission. L'Europe a donc opté pour des micropropulseurs à gaz froid, aujourd'hui utilisés sur la mission d'astrométrie Gaïa et très satisfaisants au niveau de la précision demandée.

Grâce à un système de filtrage des perturbations, l'environnement des masses de références devrait être « l'endroit le plus calme de l'univers » selon l'ESA. Techniquement, le satellite se stabilisera autour des masses, qui ne seront soumises pour leur part qu'aux seules forces gravitationnelles. L'objectif de la mission est de qualifier ces



Derniers regards sur Lisa Pathfinder au CSG.

ESA, Cnes, Arianespace

technologies, mais aussi de caractériser les marges d'erreurs du concept.

AIRBUS DS EN MAÎTRE D'ŒUVRE

Le satellite a été réalisé sous maîtrise d'œuvre d'Airbus Defence & Space UK à Stevenage, à la tête d'une équipe de 30 industriels venus de treize pays européens, tandis que l'intégration de la charge LTP a été confiée à Airbus DS GmbH à Friedrichshafen, qui a travaillé avec vingt industriels et des laboratoires de huit pays. Le coût de la mission est évalué à 450 M€ pour l'ESA.

Lisa Pathfinder a été lancé avec un module propulsif chargé de 1 100 kg d'ergols. Il s'agit en fait du sous-système propulsif biergol d'une ancienne plateforme Eurostar 2000 d'Airbus DS, sans la structure externe de celle-ci. Doté d'un moteur de 400 N de poussée, il a effectué cinq allumages du 7 au 9 décembre pour monter progressivement le périégée de l'orbite à 748 km et l'apogée à 124 805 km. Le 12 décembre une ultime manœuvre a fait passer cet apogée à 1,5 million de kilomètres, plaçant le satellite sur une trajectoire qui l'amènera à entrer dé-

but février sur une orbite de Lissajous autour du point de stabilité situé à 1,5 million de kilomètres de la Terre dans la direction du Soleil.

Une fois Lisa Pathfinder sur son orbite opérationnelle, les deux masses de références seront libérées. Cette opération est très délicate car de celle-ci dépend la stabilité quasi-parfaite des cubes. Trois semaines de recette s'ensuivront, sous la responsabilité de l'ESA et des industriels. L'exploitation scientifique de la mission proprement dite durera ensuite six mois, et peut-être plus si nécessaire. ●

LANCEMENT

VEGA PREND SON ENVOL

Avec ce sixième vol, le Vega achève sa période d'essai, qui comprenait un vol de qualification (VV01) et cinq missions commandées par l'ESA dans le cadre du programme d'accompagnement technologique Verta (VV02 à VV06). Initialement, il avait été prévu que ces cinq missions seraient attribuées à des charges utiles de l'ESA, pour assurer la montée en cadence le temps qu'un marché se constitue, mais l'émergence de celui-ci a été plus rapide que prévu, puisqu'une charge commerciale d'Arianespace – le satellite vietnamien VNREDSat 1A – a trouvé sa place à bord dès VV02, et que le vol VV03 était une mission purement commerciale avec le satellite d'observation KazEOsat 1 pour le Kazakhstan.

Arianespace assume désormais pleinement l'exploitation du petit lanceur européen. Dix exemplaires de Vega ont été commandés au maître d'œuvre ELV SpA en novembre 2013 et Arianespace dispose déjà de neuf lancements sur son carnet de commandes de 2016 à 2019. Deux missions sont prévues en 2016. Une en juillet emportera cinq satellites d'observation : Perusat 1, développé par Airbus Defence & Space pour le Pérou, et quatre satellites SkySat pour l'opérateur californien Google SkyBox. La seconde, en fin d'année, sera dédiée au satellite d'observation Göktürk 1 développé par Thales Alenia Space pour la Turquie.

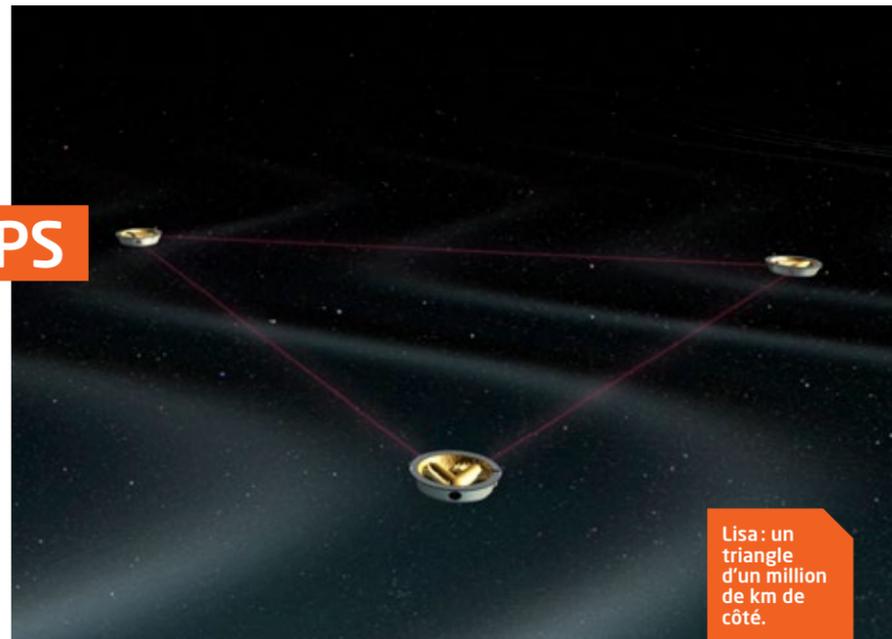
Après la fin du programme Verta (Vega R&T Accompaniment), l'ESA continuera à surveiller l'exploitation industrielle du Vega dans le cadre du programme Leap (Launcher Exploitation Accompaniment Programme), qui englobe également Ariane, afin de traquer les dérives de production, de s'assurer du maintien de la qualification du système, notamment en cas de changement dans les sources d'approvisionnement de composants ou de matériaux, ou d'introduction de modifications destinées à réduire les coûts récurrents.

LISA, NGO, eLISA

UNE MISSION HORS DU TEMPS

Lisa Pathfinder s'inscrit dans le cadre d'une mission de détection des ondes gravitationnelles dont la réalisation aura pris plus de quarante ans.

↳ STEFAN BARENSKY



Lisa : un triangle d'un million de km de côté.

Nasa

Le concept Lisa (Laser Interferometer Space Antenna), avec quatre satellites, a été proposé en mai 1993 lors de la compétition pour la mission M3, troisième mission de taille moyenne du programme scientifique « Horizon 2000 Plus ». Il n'a pas été retenu, notamment en raison de son coût, face à la mission Planck qui a cartographié le rayonnement cosmologique issu de la première lumière de l'univers de 2009 à 2012. Toutefois, une version à six satellites a été sélectionnée comme mission principale - dite « pierre angulaire » - du programme « Horizon 2000 Plus » en décembre 1993, avec un lancement envisagé à partir de 2017, selon le financement.

LA NASA ENTRE EN JEU

En 1997, le programme a été remanié drastiquement, via une collaboration avec la Nasa pour son programme « Beyond Einstein » et une réduction du nombre de satellites à seulement trois.

Afin de réduire les risques de développements, une mission de démonstration, Elite (European Lisa Technology Experiment), est proposée dès 1998

pour un lancement en 2002. Elle est approuvée en février 2001 sous le nom de Smart 2 dans le cadre du programme technologique Smart (Small Missions for Advanced R&T). La Nasa y contribue via son propre programme technologique New Millennium. Le lancement est alors prévu en 2006 et doit permettre de valider les technologies d'accélé-

**LISA PATHFINDER
DEVAIT INITIALEMENT
ÊTRE LANCÉ EN 2006
ET LISA EN 2011**

romètre et de propulseur FEEP afin de clôturer les études de conception de Lisa et de démarrer sa réalisation pour un lancement annoncé en 2011. Ce calendrier ne va pas tenir face à la complexité de la tâche. La mission est révisée en 2004, avec l'abandon d'un objectif technologique pour la mission d'observatoire astronomique interférométrique Darwin (étude de la biosphère d'exoplanètes avec six télescopes), et

rebaptisée Lisa Pathfinder. La Nasa réduit sa contribution en 2005 et le développement effectif ne démarre qu'en 2006. Le budget a subi lui aussi la même dérive, passant de 186 à plus de 400 M€ entre 2006 et 2011.

DÉCISION EN 2016

Ces retards se répercutent sur la mission Lisa elle-même, qui fait l'objet de nombreuses revues en Europe et aux Etats-Unis. En 2011, la mission est reformulée en NGO (New Gravitational wave Observatory) avec trois satellites dont la distance relative a été réduite à un million de kilomètres. Son statut de « pierre angulaire » est remis en jeu pour un lancement en 2022 et perdu au profit de la mission Juice vers les lunes de Jupiter en mai 2012. Le concept est rebaptisé eLisa (evolved Lisa) et reproposé à la sélection pour un lancement en 2028, mais une fois de plus il échoue en juin 2014 face à l'observatoire Athena (Advanced Telescope for High-ENERgy Astrophysics) pour l'astronomie X. Il est toutefois donné favori pour une sélection en 2016 en vue d'un lancement en 2034. ●

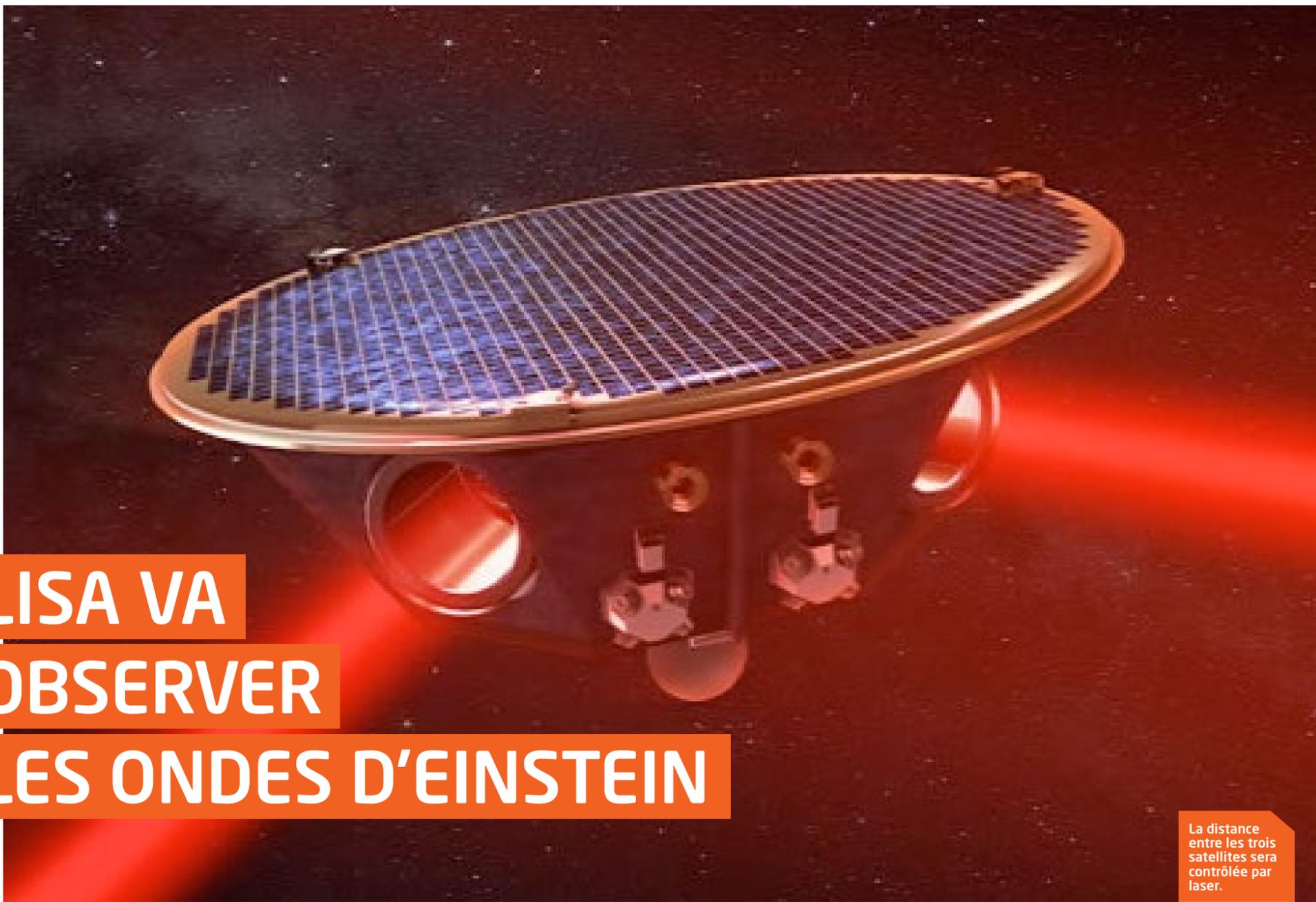
AERO
SPATIUM

LE MAGAZINE QUI PREND DE LA HAUTEUR

QUE
PENSEZ-VOUS DE
CE NUMÉRO ?



Envoyez toutes vos remarques à
prototype@aerospatium.info



Airbus DS

LISA VA OBSERVER LES ONDES D'EINSTEIN

La distance entre les trois satellites sera contrôlée par laser.

Presque vingt ans après la validation de ses technologies par Lisa Pathfinder, la mission Lisa devrait aller dans l'espace observer les ondes gravitationnelles prédites par Einstein.

GABRIELLE CARPEL

Depuis plus de 90 ans, les physiciens ont tenté de mettre en évidence les ondes gravitationnelles. Cette modification minime du champ gravitationnel prédite par Einstein en 1915 (cf. encadré p. 35) est difficilement détectable car extrêmement faible et demande des trésors de technologie pour y arriver. Aujourd'hui encore, plusieurs instruments terrestres se penchent sur leur détection. Ainsi,

le programme Ligo fait fonctionner à l'heure actuelle deux détecteurs aux États-Unis et l'Europe se prépare à augmenter la sensibilité de son détecteur Virgo à Pise (opérationnel à la fin 2016).

DES ONDES D'ORES ET DÉJÀ DÉTECTÉES SUR TERRE ?

« Aujourd'hui, on est encore dans une phase de découverte, il faut donc faire très attention à ce que

les signaux observés soient de vrais signaux et non pas des artefacts instrumentaux », explique Eric Plagnol, directeur de recherche au CNRS et responsable d'expérience sur la mission Lisa Pathfinder. « La meilleure manière de prouver que l'on observe bien des ondes gravitationnelles est de voir le phénomène en même temps sur plusieurs détecteurs. »

C'est avec cet objectif que les différentes équipes de Ligo et Virgo

LE BRUIT SISMIQUE DE LA TERRE MASQUE LES ONDES EN DESSOUS DE QUELQUES HERTZ

devraient rapidement échanger leurs données afin de prouver définitivement l'existence de ces ondes historiques.

TROUS NOIRS

Alors, pourquoi aller dans l'espace pour chercher ce que l'on peut observer sur Terre ? « Il y a deux raisons principales à cela : d'une part la détection d'ondes gravitationnelles de basses fréquences est impossible sur Terre, et d'autre part pour la cartographie des débuts de l'Univers », énonce Eric Plagnol.

En effet, lorsque deux trous noirs – de masses équivalentes à quelques masses solaires – tournent l'un autour de l'autre, cela entraînent des ondes gravitationnelles avec des fréquences de l'ordre du kHz (les fréquences produites par les trous noirs étant inversement proportionnelles à leurs masses). Celles-ci sont observables sur Terre. « En revanche, ces mêmes détecteurs terrestres sont malheureusement limités dans l'observation des basses fréquences », explique Eric

FICHE DE MISSION
LISA
Date de lancement : 2034
Budget : 1 à 1,5 Md€
Mission : Observation des ondes gravitationnelles d'une fréquence comprise entre 0,1 mHz et 1 Hz
Constellation de 3 satellites formant un triangle équilatéral de 1 million de km de côté minimum

Plagnol. « En effet, la Terre présente des bruits sismiques – typiquement autour de 10 Hz – tellement importants que malgré toutes les améliorations techniques, les détecteurs terrestres ne peuvent pas observer des phénomènes inférieurs à quelques dizaines de Hertz. »

Or les phénomènes produits par les trous noirs massifs – de ●●●

EXPLICATIONS

LES ONDES GRAVITATIONNELLES

La théorie de la relativité générale d'Einstein prévoit que toute masse crée de la gravité, c'est-à-dire une déformation de l'espace-temps. C'est cette force qui fait par exemple que les objets tombent ou que les satellites sont sur orbite autour de la Terre.

Une énorme masse en accélération, tels que des trous noirs tournant l'un autour de l'autre, perturbe la gravité. Cette modification de l'espace-temps se diffuse dans l'Univers à la vitesse de la lumière sous forme d'ondes. C'est ce qu'on appelle les ondes gravitationnelles.

Des masses moins importantes en mouvement, par exemple la Terre tournant autour du soleil, créent aussi des ondes gravitationnelles mais ces dernières ont des amplitudes très faibles et sont donc techniquement imperceptibles par nos instruments aujourd'hui.

« LISA VA AIDER À COMPRENDRE L'ÉVOLUTION DE L'UNIVERS À SES DÉBUTS »

Eric Plagnol, responsable d'expérience sur Lisa Pathfinder

●●● l'ordre de millions de masses solaires – ont une fréquence de l'ordre du milliHertz. Ils sont donc invisibles pour les détecteurs terrestres. « Les détecteurs spatiaux et terrestres sont complémentaires. Ils observent la même physique mais voient des phénomènes de nature différente », conclut Eric Plagnol.

Aujourd'hui, la théorie de la relativité générale a été testée dans bien des domaines en champ gravitationnel faible mais jamais en champ gravitationnel très fort – autour des trous noirs binaires par exemple. Lisa et les détecteurs terrestres vont donc constituer une première dans la vérification de la physique einsteinienne.

NOUVELLE CARTOGRAPHIE DE L'UNIVERS

L'autre objectif est plus astrophysique. « Grâce à ses nouvelles données, Lisa va aider à la compréhension de l'évolution de l'Univers », s'enthousiasme Eric Plagnol. Les ondes gravitationnelles voyagent à la vitesse de la

lumière, donc plus on regarde loin, plus on voit loin dans le temps. Elles vont ainsi permettre de détecter les trous noirs les plus anciens, ce qui donnera de nouvelles informations sur les dé-

butés de l'Univers, juste après son inflation. Ces nouvelles données vont pouvoir aider les physiciens à trancher entre les différents scénarii qui existent au-

jourd'hui sur la création de ces premiers trous noirs.

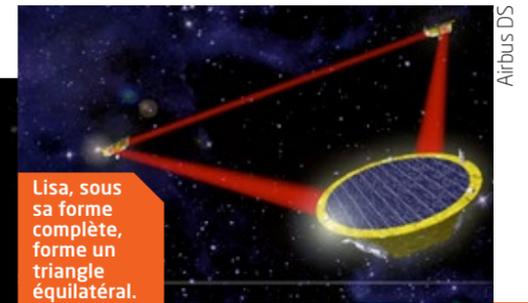
DES CUBES PARFAITS PARFAITEMENT ISOLÉS

Pour chercher ces ondes gravitationnelles, les instruments de Lisa vont devoir calculer en permanence la distance entre deux cubes soumis à une seule force : la gravité. En théorie, les deux cubes, placés sur une géodésie parfaite et isolés de toute perturbation extérieure à l'intérieur de satellites, devraient tourner autour du Soleil de manière identique et donc garder une distance entre eux (presque) constante. Si en revanche il y a passage d'une onde gravitationnelle, la distance qui les sé-



Deux trous noirs créant des ondes gravitationnelles.

Nasa, ESA, and G. Bacon (STScI)



Lisa, sous sa forme complète, forme un triangle équilatéral.

Airbus DS

10⁹

Un milliard de mètres, soit un million de kilomètres. C'est la distance minimum qui séparera les trois satellites de la mission Lisa afin qu'une onde gravitationnelle puisse faire varier la distance relative entre les cubes d'un picomètre (10^{-12} m), soit le centième du diamètre d'un atome d'hydrogène !

ÉMISSIONS

COALESCENCE

La coalescence est la « fusion » de deux trous noirs, l'aboutissement de leur mouvement relatif, lorsqu'ils se tournent autour. On distingue trois étapes : une période orbitale au cours de laquelle l'interdistance diminue (en raison de l'émission des ondes gravitationnelles selon la théorie d'Einstein), la coalescence (fusion avec un pic d'émission d'ondes gravitationnelles) et puis le « ring-down » au cours duquel le trou noir unique (résultant de la fusion) relaxe sa forme pour devenir sphérique, toujours en émettant des ondes gravitationnelles. À la fin de ces trois étapes l'émission des ondes gravitationnelles cesse.

pare va varier de manière infinitésimale. C'est à cette oscillation de distance que Lisa va s'attaquer.

L'expérience Lisa devrait être composée de trois satellites, chacun contenant deux cubes d'or, tous parfaitement identiques. L'ensemble constituera un triangle équilatéral d'au moins un million de kilomètres de côté – la distance exacte est encore en discussion. Des faisceaux laser mesureront par interférométrie (les masses servant de miroirs) la distance entre deux cubes de satellites différents qui se feront face.

« Les ondes gravitationnelles agissent sur l'espace comme un élas-

tique. Plus l'élastique est long, plus la déformation due aux ondes gravitationnelles est grande », explique Eric Plagnol. Une distance d'un million de kilomètres donne une déformation de l'ordre du picomètre (10^{-12}) dont on sait calculer l'oscillation. »

DEUX VERSIONS DE LISA

Il existe aujourd'hui deux versions de Lisa possibles. Le projet complet Lisa (Laser Interferometer Space Antenna) contenant six cubes et le projet eLISA (Evolved Laser Interferometer Space Antenna), version européenne de la mission si elle est faite sans la

Nasa. Cette dernière est une version un peu réduite, toujours avec trois satellites mais dont un seul contiendra deux cubes. Les autres n'en contenant qu'un seul. Il ne s'agira donc plus d'un triangle mais de deux bras de faisceaux laser.

« Nous espérons que la version complète sera choisie, confie Eric Plagnol. Grâce à elle, nous pourrions localiser la source des ondes gravitationnelles, et donc faire la cartographie de l'Univers de manière beaucoup plus précise. Elle nous permettra aussi de faire de meilleures mesures de la polarisation de ces ondes. » ●

Vue d'artiste
du satellite
Microscope.

FICHE DE MISSION MICROSCOPE

Date de lancement : 2016
Durée de vie : 2 ans
Budget : autour de 150 M€
Partenaires : CNES, ONERA, CNRS, ESA,
ZARM, PTB
Instruments : T-SAGE
Orbite : Circulaire héliosynchrone

MICROSCOPE

LE PRINCIPE D'ÉQUIVALENCE MIS À L'ÉPREUVE

Cnes

La mission Microscope va tester en 2016 le principe d'équivalence postulé par Einstein il y a 100 ans avec une précision jamais égalée.

GABRIELLE CARPEL

L'expérience Microscope, lancée par les chercheurs de l'Onera (centre français de recherche aérospatial) et de l'Observatoire de la Côte d'Azur dès 1999, doit permettre d'étudier dans l'espace « la chute libre » de deux masses de matériaux différents. De la comparaison de cette « chute » dépendra la validation ou non du principe d'équivalence d'Einstein (voir encadré p. 39) à 10^{-15} , qui établit que tous les corps chutent de la même façon dans le vide indépendamment de leur masse ou de leur nature.

Pour cela, les deux masses de matériaux différents – un alliage de platine rhodié et un alliage de titane – sont contrôlées par des forces électrostatiques pour rester immobile par rapport à leur environnement, à savoir le satellite, qui lui orbite autour de la Terre à

710 km en pointage inertiel (orientation quasi fixe par rapport à la sphère céleste).

MICROPROPULSEURS

Les perturbations causées par les forces de freinages dues à l'atmosphère résiduelle ainsi que par la pression des rayonnements solaires et terrestres sont compensées par les propulseurs à gaz froid du satellite – les mêmes que pour Lisa Pathfinder et Gaïa. Celui-ci est également contrôlé en attitude afin de corriger les couples perturbateurs provoqués par le champ magnétique terrestre. Le satellite suit donc une orbite définie par les lois de la gravitation : tout se passe comme une chute libre qui n'en finirait pas.

« On utilise la Terre comme source de gravité qui doit être ressentie de la même manière par les deux masses

concentriques que l'on teste », explique Manuel Rodrigues, chef de projet Microscope à l'Onera. « Si le principe d'équivalence est vrai, l'accélération ressentie par les deux masses sera identique et proportionnelle au champ de gravité terrestre. Si le principe d'équivalence est faux à un certain niveau, alors on verra une différence d'accélération. »

EXPÉRIENCE ET ÉTALON

« L'instrument T-SAGE (Twin-Space Accelerometer for Gravitation Expe-

riment) comprend en fait deux accéléromètres différentiels », précise Pierre Touboul, responsable scientifique de la mission. « L'un possède deux masses de composition différente (alliages de platine et titane servant à tester le principe d'équivalence), l'autre deux masses en platine pour vérifier la précision de l'expérience puisqu'aucun signal de violation ne doit être mesuré dans ce cas. »

Cette expérience n'a jamais été menée sous cette forme jusqu'à aujourd'hui. Des expériences de test du principe ont été menées sur Terre avec d'autres dispositifs par l'Université de Washington à Seattle depuis près de deux décennies avec une sensibilité

de 10^{-13} . Aujourd'hui, les physiciens de Seattle envisage une amélioration d'un facteur dix dans les cinq à venir mais au prix de gros efforts techniques. « La mission Microscope propose elle de gagner dès 2016 un facteur 100, ce qui permettrait d'atteindre les premiers seuils de violation du principe d'équivalence prédits par certaines théories "alternatives" à la relativité générale. » s'enthousiasme Manuel Rodrigues.

Sur Terre, comme lors des expériences menées à Seattle, les vibrations de la croûte terrestre, l'activité humaine et les variations thermiques du laboratoire et de son environnement conduisent à des variations du champ de gravité local qui masquent le signal aux niveaux de sensibilité recherchée par Microscope. L'expérience faite dans l'espace résout un bon nombre de ces contraintes. « Le satellite à compensation de traînée constitue un merveilleux laboratoire entièrement contrôlé », résume Pierre Touboul.

De plus, le mouvement orbital peut être mesuré sur des durées journalières ou même hebdomadaires alors que sur la Terre on ne peut considérer que des chutes libres de quelques secondes.

THÉORIES ALTERNATIVES

Des résultats de l'expérience Microscope dépendront la validité ou non du principe d'équivalence à partir d'un certain seuil. « Si le principe d'équivalence est faux à partir de 10^{-15} , ce sera une contrainte forte à prendre en compte par les théories alternatives à la relativité générale. En effet ce résultat doit être compatible avec les prédictions de ces théories. L'impact sur la physique est considérable,

EXPLICATIONS

PRINCIPE D'ÉQUIVALENCE

En 1915, Albert Einstein raconte l'expérience qu'il a imaginé : « Un observateur placé dans un véhicule spatial qui serait en mouvement uniformément accéléré loin de tout champ de gravité ; une autre fois, ce même observateur serait toujours dans son véhicule spatial mais posé sur Terre. Cet observateur ressentira une force d'attraction identique dans les deux situations. De plus, si le véhicule n'a pas de hublot, il ne saura pas déterminer si son véhicule est dans un champ de gravité ou s'il est accéléré. En particulier, si l'observateur lâche une pomme dans le véhicule, son mouvement apparent de chute sera bien le même dans les deux cas. Pour cet observateur, gravité et accélération sont équivalents. » Cette expérience décrit le principe d'équivalence qui repose sur l'équivalence entre accélération et gravité. La conséquence est l'universalité de la chute libre : tous les corps chutent de la même façon dans le vide indépendamment de leur masse ou leur nature. Jusqu'à aujourd'hui ce principe a été validé par l'expérience avec une précision de l'ordre de 10^{-13} . Microscope vise une précision de l'ordre de 10^{-15} .

puisque pour la première fois depuis 100 ans nous aurions une expérience de référence qui remet en cause la relativité générale », explique Manuel Rodrigues, avant de préciser « qu'il faudra certainement vérifier et revérifier ces résultats avant d'avancer une telle affirmation lourde de conséquence. »

Et dans le cas de la vérification du principe d'équivalence à 10^{-15} , les conséquences sont quasiment aussi importantes que dans le premier. « La question qui suivra sera de savoir si on obtiendrait le même résultat avec d'autres matériaux. On peut imaginer une intensité plus ou moins importante de la violation en fonction de la composition atomique des matériaux. Cela met en perspective de futures expériences... » conclut le chef de projet. ●

PHYSIQUE FONDAMENTALE

À LA RECHERCHE DE FINANCEMENTS POUR L'INVISIBLE

La physique fondamentale, moins représentée et moins « spectaculaire » qu'une astronomie plus traditionnelle, doit défendre ses intérêts afin de réussir à lever des fonds pour lancer des missions spatiales.

↳ GABRIELLE CARPEL

Que ce soit la mission Lisa ou le satellite Microscope, les deux expériences cherchent à tester ou à prouver les limites de la théorie de la relativité générale d'Einstein. Si les deux expériences se veulent révolutionnaires, elles concernent toutes deux la physique dite « fondamentale », un domaine qui n'est pas prioritaire pour

les recherches de financement. Il faut parfois proposer un sujet plusieurs fois et pendant plusieurs années pour arriver à le lancer dans le domaine du spatial.

APPLICATIONS INDUSTRIELLES

En effet, ce genre de mission est moins spectaculaire pour le grand public que la planétologie, et moins bien implantée dans le secteur que l'astrophysique et l'étude des relations Terre-Soleil qui ont su apporter des résultats concrets dans des domaines économiques, par exemple avec la prévision des tempêtes magnétiques.

« Il est plus facile de faire comprendre une mission d'exploration d'une comète que d'expliquer qu'on va faire une mission pour voir un signal "de violation" qui va bouleverser la vie de quelques physiciens et dont les effets éventuels ne se verront probablement pas dans la vie de tous les jours à court terme », explique Manuel Rodriguez, chef du projet Microscope.

En effet, au-delà de la compréhension de l'Univers, cette physique fondamentale peut aussi amener des applications industrielles dont on ne



Deux étoiles mortes sur le point de fusionner.

ESA

IL FAUT PARFOIS PROPOSER UN SUJET PLUSIEURS FOIS ET PENDANT PLUSIEURS ANNÉES

France est quasiment une exception en Europe car il y a un correspondant physique fondamental au Cnes qui n'existe pas dans les autres agences », rappelle Manuel Rodriguez.

DES PROJETS À DÉFENDRE

Tout n'est donc pas perdu pour le futur de la physique fondamentale. « Il n'y a pas d'opposition de principe à financer des missions de physique fondamentale dans l'espace », explique Eric Plagnol, responsable d'expérience sur la mission Lisa Pathfinder. « Il est certain que l'ESA, ou toute autre tutelle, a envie de satisfaire l'intérêt de la société pour des manifestations plus

« spectaculaires » mais ils financent quand même la physique fondamentale dans des proportions budgétaires raisonnables. Je suis par exemple persuadé que si vous avez une théorie à tester dans l'espace et que la physique fondamentale joue un rôle à ce moment-là, les institutions la financeront volontiers. Après, c'est une question de défendre son objectif et de convaincre que votre théorie apporte une compréhension importante. »

Une opinion partagée par Pierre Touboul : « La mission Microscope a été décidée, je crois, car nous touchons au fondement de la relativité générale, de la gravitation, et qu'Einstein est un tel mythe ! De plus, le problème de la gravitation quantique reste entier après quarante ans d'effort ! » ●

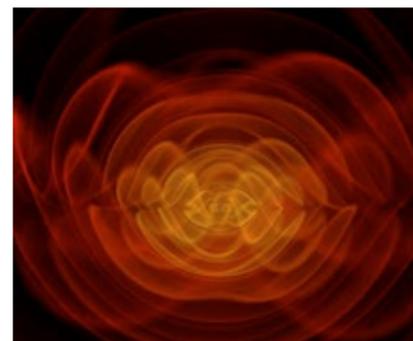
salairé moyen, n'importe qui pourrait acheter un téléphone portable tenant dans la poche et permettant d'appeler n'importe où dans le monde avec un système de localisation précis à 1 m grâce au GPS, qui l'aurait cru ? »

REPRÉSENTATION

Un autre aspect à prendre en compte dans la difficulté à trouver des financements est la taille des

différentes communautés. En effet, la communauté scientifique de physique fondamentale est moins nombreuse que celle de l'astrophysique ou de l'observation de la Terre. En conséquence, la physique fondamentale se retrouve très peu représentée dans les instances de décision des agences et il y a donc moins de personnes qui peuvent la défendre lors des arbitrages budgétaires. « De ce point de vue, la

saurait se passer aujourd'hui. « Il est très difficile de prédire quelles applications on pourra tirer de ce genre d'expériences ou à quel horizon », explique Pierre Touboul, responsable scientifique de la mission Microscope. « Les conséquences de certaines théories alternatives peuvent apparaître aujourd'hui comme de la science-fiction. Il y a un siècle, si on avait dit aux savants de l'époque, que pour 1/10^{ème} de



Nasa

Si vos yeux pouvaient voir une onde gravitationnelle...

Il n'est pas toujours évident d'illustrer les phénomènes de physique fondamentale. Ici, la Nasa a essayé d'illustrer ce à quoi pourrait ressembler les ondes gravitationnelles émises par la collision gigantesque de deux trous noirs.

DÉCEMBRE

- 16** → Journée des investisseurs du motoriste General Electric, présentation des perspectives pour 2016.
- 19** → Dernier survol prévu d'Encelade par la sonde Cassini (à 4 999 km de distance).
- A dét.** → Revue de définition préliminaire du petit lanceur Vega C de l'ESA.
- A dét.** → Revue de définition préliminaire des études pour l'infrastructure de lancement d'Ariane 6 au Centre spatial guyanais (CSG).

JANVIER

- 15** → Survol de Titan par la sonde Cassini (à 3 817 km).
- 31** → Survol de Titan par la sonde Cassini (à 1 400 km).
- A dét.** → Quatrième essai en vol du missile intercontinental indien Agni 5.

FÉVRIER

- 4** → Publication des résultats annuels de Dassault Systèmes.
- 11** → Publication des résultats annuels de Bombardier et de Finnair.
- 16** → Survol de Titan par la sonde Cassini (à 1 018 km).
- 16** → Publication des résultats annuels d'Air Liquide.
- 18** → Publication des résultats annuels de BAE Systems.
- 25** → Publication des résultats annuels du groupe Safran.
- 26** → Publication des résultats annuels de SES.

MARS

- 3** → Retour sur Terre de Soyuz TMA-18M avec les astronautes Scott Kelly et Mikhail Korniyenko - à l'issue de leur mission de 342 jours à bord de l'ISS - accompagnés de Sergueï Volkov.
- 3** → Publication des résultats annuels de Cobham.

À suivre en 2016

LE RETOUR AUX AFFAIRES DE L'EXIM BANK

Bonne nouvelle pour l'industrie américaine : sa banque d'assurance crédit va reprendre ses activités. Le retour à la normale devrait toutefois prendre du temps.

La décision a été prise, mais le redémarrage va durer six mois. Après cinq mois d'interruption, l'ExIm Bank, la banque nationale d'assurance crédit américaine, a été autorisée à reprendre ses activités au moins jusqu'en septembre 2019.

Des manœuvres politiques au sein du Congrès américain avaient causé la suspension de ses activités en juillet.

Pour la première fois depuis sa création en 1934, elle n'était plus autorisée à engager de nouvelles couvertures, au grand dam des industriels américains du spatial, qu'elle aidait à remporter des marchés à l'étranger en proposant à leurs clients opérateurs des solutions de financement avantageuses.

A cause de cette interruption, Boeing a dû suspendre son contrat pour le satellite ABS-8 avec l'opérateur asiatique ABS et n'a pas pu en finaliser un autre avec le nouvel opérateur singapourien Kacific, ce qui l'a amené à envisager de licencier plusieurs centaines de

personnes aux États-Unis et de délocaliser une partie de sa production hors du pays. SSL, pour sa part, a fait jouer la nationalité canadienne de son actionnaire MDA pour accéder aux couvertures de l'EDC, ce qui lui a notamment permis de remporter le

satellite Azerspace 2/Intelsat 38 face à Orbital ATK.

Bien que soutenu par une large majorité de parlementaires, le projet de loi pour le renouvellement du mandat de l'ExIm Bank a été immobilisé dans les commissions du Capitole jusqu'à la fin novembre par quelques opposants qui y étaient stratégiquement implantés. Il n'a finalement pu être soumis au vote et adopté par le Congrès que le 3 décembre. Le président Obama l'a signé dès le lendemain.

De l'avis des industriels, il faudra au moins six mois pour que l'ExIm Bank reprenne un rythme normal et se remette à examiner de nouveaux dossiers, ce qui se traduira par un hiatus de près d'un an avant l'ouverture de nouvelles lignes de crédit. ●



15.12.2015

LA PÉRENNITÉ DE COPERNICUS VA ÊTRE ASSURÉE

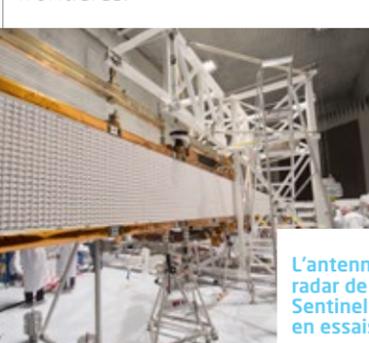
Le premier contrat de la deuxième tranche de satellites place l'infrastructure européenne d'observation dans une perspective durable.

Le contrat qui va être signé à Rome ce 15 décembre entre l'ESA, Thales Alenia Space et la Commission européenne est une étape très importante non seulement pour le programme Copernicus mais pour tout le secteur de l'observation de la Terre. Il couvre la production, pour 400 M€, de deux satellites radars récurrents, Sentinel 1C et 1D, à lancer en 2021 et 2022. Ils devront prendre la relève, en fin de vie de Sentinel 1A, lancé en avril 2014 et de Sentinel 1B qui le rejoindra en avril 2016. Un autre contrat est prévu en janvier avec Airbus Defence & Space pour les satellites optiques Sentinel 2C et 2D, puis un troisième en février, à nouveau avec TAS pour les satellites océanographiques Sentinel 3C et 3D.

Avec deux satellites, la continuité du service est sécurisée en cas de défaillance de l'un d'entre eux, avec deux de plus, la pérennité sera assurée au moins jusqu'en 2028. Pour au delà, l'ESA vient de commencer à travailler sur un cahier des charges afin de définir le contour

de la génération suivante en 2018, en vue d'une première demande de financement lors du Conseil ministériel de l'ESA en 2019.

Sentinel 1C et 1D différeront de leurs prédécesseurs par l'emport d'une charge de collecte des données émises par les balises AIS (Automatic Identification System) pour l'identification des navires. Elle permettra de repérer immédiatement les navires non-identifiés lors de la surveillance des océans, par exemple pour la lutte contre la pêche illégale ou pour le contrôle des frontières.



L'antenne radar de Sentinel 1A en essais.

S. Convalja/ESA

Le satellite a aussi été adapté aux nouvelles règles contre la dissémination des débris avec un système permettant le largage de l'antenne radar lors de la rentrée dans l'atmosphère pour faciliter sa désintégration. ● SB

DÉCEMBRE

- 19** → Journée des pionniers européens : « Il y a 50 ans, Diamant et A-1 », colloque organisé par la commission d'histoire de l'Association aéronautique et astronautique de France (3AF), à Paris (France).

JANVIER

- 12-13** → 8th Conference on European Space Policy, conférence sur les enjeux spatiaux et la politique communautaire européenne organisée par Business Bridge Europe à Bruxelles (Belgique). www.spaceconference.eu

- 21-23** → Bahrain International Airshow, salon aéronautique professionnel civil et militaire, sur la base aérienne de Sakhir (Bahreïn). www.bahraininternationalairshow.com

- 27** → Perspectives Spatiales 2016, forum de la communauté spatiale française et européenne organisé par Euroconsult à Paris (France). www.perspectives-spatiales.com

FÉVRIER

- 2-3** → Canadian Smallsat Conference, symposium sur les mini, micro et nanosatellites organisé par l'Association canadienne du commerce spatial (CSCA) à Toronto (Canada). spacecommerce.ca/events/css2016/

- 2-4** → Optro 2016, symposium de la 3AF pour les ingénieurs et les scientifiques du secteur de l'optique à Paris (France). www.optro2016.com

- 16-21** → Singapore Airshow, salon international aéronautique et spatial à Singapour. www.singaporeairshow.com

MARS

- 7-10** → Satellite 2016, salon international des industriels et opérateurs du secteur des télécommunications par satellites à Ann Harbor (Maryland, États-Unis). www.satshow.com



LES PROCHAINS LANCEMENTS SPATIAUX



L'équipage de Soyuz TMA-19M devant son lanceur.

13.12.2015

**BAÏKONOUR (KAZ.)
PROTON M/BRIZ M**

Mission fédérale pour le lanceur russe avec la mise sur orbite de transfert géostationnaire du deuxième satellite de télécommunications militaires Garpoun construit par ISS Rechetnev.

15.12.2015

**BAÏKONOUR (KAZ.)
SOYOUZ FG**

Le vaisseau Soyuz TMA-19M doit rejoindre la Station spatiale internationale avec à son bord l'astronaute britannique Tim Peake de l'ESA, accompagné de Youri Malenchenko (Roskosmos) et Tim Kopra (Nasa) pour une mission de six mois.

16.12.2015

**JIUQUAN (CHINE)
CZ-2D**

Mise sur orbite héliosynchrone à 500 km du satellite scientifique Dampe (DARK MATTER PARTICLE EXPLORER), d'une masse d'environ 1 900 kg. L'université de Genève et trois universités italiennes participent à la mission.

16.12.2015

**SRIHARIKOTA (INDE)
PSLV-CA**

Vol commercial du petit lanceur indien avec cinq satellites singapouriens. La charge utile principale sera le satellite d'observation TeLeos 1 de ST Electronics (400 kg), accompagné de deux microsatsellites de l'université polytechnique Nanyang (NTU) et de l'université nationale de Singapour (NUS). Chaque université profitera aussi du vol pour lancer un cubesat. L'orbite visée est inclinée à 15° pour des survols fréquents de la cité-Etat.

17.12.2015

**KOUROU (GUYANE)
SOYOUZ STB/FREGAT**

Douzième et dernière mission de l'année pour Arianespace avec le déploiement d'une paire de satellites de navigation européens Galileo, réalisés par OHB et SSTL. Les satellites n°11 et 12 rejoindront une orbite moyenne à 23 522 km d'altitude.

20.12.2015

**C. CANAVERAL (É.-U.)
FALCON 9 V1.2**

Retour en vol du lanceur de SpaceX après son échec du 28 juin et mission inaugurale de la version à capacité accrue. La charge utile est constituée de onze petits satellites de messagerie Orbcomm OG2 construits par Sierra Nevada (172 kg chacun) à larguer sur orbite basse à 775 km d'altitude. L'énorme réserve de puissance disponible sera utilisée pour tenter un retour du premier étage au site de lancement.

21.12.2015

**BAÏKONOUR (KAZ.)
SOYOUZ 2.1A**

Premier vol vers l'ISS de la nouvelle génération de vaisseau cargo russe Progress MS de RKK Energiya avec une avionique modernisée.

23.12.2015

**BAÏKONOUR (KAZ.)
PROTON M/BRIZ M**

Nouvelle mission fédérale du lanceur russe, cette fois-ci avec un satellite de télécommunications civil de 6 tonnes: Ekspress AMU-1 - alias Eutelsat 36C - réalisé par Airbus Defence & Space pour les opérateurs RSCC et Eutelsat.

**AERO
SPATIUM**

LE MAGAZINE QUI PREND DE LA HAUTEUR

MERCI DE PENSER
À LA PLANÈTE
AVANT D'IMPRIMER
CE NUMÉRO

Et contactez-nous pour vous abonner
à un magazine 100% numérique :
abonnement@aerospatium.info