

AERO

LE MAGAZINE
QUI PREND
DE LA HAUTEUR
N°215 /// 25 AVRIL 2025 /// 12,50 €

SPATIUM



DÉFENSE / QUARANTE RAFALE DE PLUS POUR L'INDE ?

ESPACE / LES SCIENCES À LA NASA AMPUTÉES DE 50 %

TECHNOLOGIE / L'HORLOGE PHARAO EN ROUTE POUR L'ISS

BOEING

VICTIME DE

LA GUERRE

ÉCONOMIQUE

CHINE

RÉCUPÉRATION D'ÉTAGE SOUS AILE PARACHUTE



Les lanceurs chinois de la famille du missile intercontinental Feng Bao 1 (Chang Zheng 2, 3 et 4) sont connus pour leur propension à faire retomber des étages chargés de résidus d'hypergols toxiques dans des zones rurales habitées. Lors d'un lancement de CZ-3B le 10 avril depuis la base de Xichang, dans le Sichuan, le Bisme (Beijing Institute of Space Machinery & Electronics), un institut de la CAST (China Academy of Space Technology) basé à côté de l'ancien aéroport de Pékin-Nanyuan a testé la récupération d'un étage d'accélération à ergols liquides sous une aile parachute (parafoil). L'opération a été présentée comme un succès, l'étage étant récupéré intact dans la zone prévue. Aucune mention n'a été faite d'un recyclage pour une possible réutilisation.

SOMMAIRE #215
25.04.25

Notre couverture : Vue d'artiste d'un 737 MAX10 aux couleurs de Xiamen Airlines. Crédit : Boeing.
Crédits vignettes (de g. à d.) : Assemblée nationale ; KAI ; CNSA ; SpaceX.

/04 INDUSTRIE
BOEING, VICTIME COLLATÉRALE DE LA GUERRE ÉCONOMIQUE

/18 DÉFENSE
QUARANTE RAFALE DE PLUS POUR L'INDIAN AIR FORCE

/34 ESPACE
LA CHINE ACCÉLÈRE SON PROGRAMME LUNAIRE HABITÉ

/52 À SUIVRE
ARCHER VISE NEW YORK ET LA CERTIFICATION

/08 INDUSTRIE
AIRBUS NAVIGUE ENTRE TAXES ET FOURNISSEURS

/22 DÉFENSE
LE BORAMAE AUX ÉMIRATS ET LE KAN EN INDONÉSIE

/40 ESPACE
EUROPROPULSION VA FAIRE PARLER LA POUDRE À KOUROU

/53 À SUIVRE
LES NOMINATIONS DE LA QUINZAINE

/12 INDUSTRIE
BOEING VEND JEPPESEN POUR ÉPONGER SES DETTES

/26 DÉFENSE
L'ESPAGNE PREND LIVRAISON DE SON PREMIER A330 MRTT

/42 TECHNOLOGIE
L'HORLOGE PHARAO EN ROUTE VERS L'ISS

/54 À SUIVRE
LES LANCEMENTS SPATIAUX À VENIR

/14 ENVIRONNEMENT
OLIVIER ANDRIÉS S'EN PREND AUX ÉCOLOGISTES

/28 ESPACE
LE BUDGET SCIENTIFIQUE DE LA NASA VA ÊTRE RÉDUIT DE MOITIÉ

/46 TECHNOLOGIE
L'ÉTRANGE VOL DU MODULE PHOENIX 1



P. 14
HALLALI SUR LES ÉCOLOS



P. 22
DÉFENSE ASIATIQUE



P. 34
LUNE ROUGE



P. 46
BOUCLIER VOLANT



STEFAN BARENKY

POUR UNE AFRIQUE SPATIALE

Il y a une vingtaine d'années, BBC Scotland avait pris l'habitude de m'interviewer sur des sujets spatiaux. Sans doute aimaient-ils mon accent si particulier. En ce jour de 2003, ils avaient décidé de m'interroger sur l'achat d'un petit satellite d'observation par le Nigeria. J'avais dû leur expliquer qu'un satellite de ce type coûtait moins cher qu'un jet de combat. Si Lagos avait acheté un F-16, ils n'auraient même pas relevé l'information. Par ailleurs, même s'il y avait de la pauvreté dans le pays, le Nigeria n'était pas un pays pauvre. Enfin j'ai dû rappeler que les satellites avaient un rôle très important à jouer là où l'infrastructure au sol faisait défaut.

J'ose espérer que près d'un quart de siècle plus tard, la vision paternaliste de l'Afrique et la vision dispendieuse du spatial sont des choses du passé.

L'inauguration de l'ASAf (Agence spatiale africaine), ce 20 avril au Caire, me donne de l'espoir. Il aura fallu neuf ans à l'Union africaine pour mener à bien ce projet : mettre sur pied une agence qui coordonnera les activités spatiales de ses 55 pays membres.

Le spatial a un rôle à jouer en Afrique, qu'il s'agisse de fournir un accès Internet à tous (et pas seulement via Starlink), de gérer les ressources naturelles, de surveiller le climat, ou de suivre les populations de moustiques porteuses de maladies. Il y a peu, le Centre spatial de l'Université de Montpellier, accueillait des équipes venues de Djibouti et du Sénégal qui y ont préparé leurs premiers cubesats (cf. AS n°209). À l'autre bout du spectre, Simera, concepteur sud-africain d'imageurs spatiaux, est venu installer une filiale à Toulouse (cf. AS n°197).

Car l'Afrique ne se réduit pas à des besoins, elle est aussi une terre de talents qui ne demandent qu'à s'exprimer. Il serait dommageable de la réduire à un marché quand elle peut être un partenaire.

L'AFRIQUE SPATIALE VEUT ÊTRE PLUS QU'UNE COLLECTION DE BESOINS ET UN MARCHÉ

AERO SPATIUM

Le magazine Aérospatium est édité toutes les deux semaines sur format numérique par la société Aérospatium au capital de 7 992 €, domiciliée au 3, allées François Verdier, 31000 Toulouse et enregistrée au RCS de Toulouse.
N° Siret : 81921592200041.
TVA Intracommunautaire : FR-03 819 215 922
Dépôt légal : avril 2025

Directeur de la publication
Xavier Bruneau
Rédaction
contact@aerospatium.info
Rédacteur en chef
Stefan Barenky
Rédacteur en chef adjoint
Caroline Bruneau
Ont également participé à la réalisation de ce numéro :
Anne Musquère et Djallal Malti.

Conception graphique
Didier Trayaud
didier.trayaud@didman.eu
Conception du site Internet
Guillaume Delcroix
Gestion du site Internet
Shield Informatique
www.aerospatium.info
N° ISSN : 2494-7105.
N° CPPAP : 0518 W 93066.
Toute reproduction et diffusion du magazine ou de son contenu est interdite sans autorisation écrite préalable de la part de la société Aérospatium.



AU SOMMAIRE

- 04 BOEING, VICTIME COLLATÉRALE
- 08 AIRBUS NAVIGUE DANS LES INCERTITUDES
- 12 BOEING VEND JEPPESEN POUR ÉPONGER SES DETTES



DROITS DE DOUANE

BOEING, VICTIME COLLATÉRALE DE LA GUERRE ÉCONOMIQUE

Un 737 MAX8 de Xiamen Airlines.

Dépourvu d'usine hors des États-Unis, ciblé directement par les autorités de Pékin, le géant aéronautique américain Boeing, déjà affaibli par une succession de crises, subit de plein fouet la guerre économique déclarée à la Chine par la Maison Blanche.

↳ DJALLAL MALTI

La balle est dans le camp de la Chine », dit Donald Trump, mais c'est Boeing qui paie l'addition. Les autorités chinoises ont ordonné aux compagnies aériennes du pays de ne plus prendre livraison d'avions du géant américain en réponse aux droits de douane prohibitifs imposés par le président américain contre leur pays.

Quatre avions en train ou sur le point d'être remis à des compagnies chinoises ont été refusés sur ordre

de Pékin. L'information rapportée par Bloomberg, qui n'a pas été confirmée officiellement, est la conséquence directe de la mise en place de droits de douane de part et d'autre du Pacifique.

Les derniers en date, des 737 MAX destinés à Xiamen Airlines, ont emprunté le chemin du retour les 20 et 21 avril en provenance du centre de finition de Boeing à Zhoushan, près de Shanghai. Le géant américain a 130 appareils en carnet pour des compagnies chinoises, auxquels s'ajoutent

UN PROBLÈME DE PLUS POUR BOEING EN SORTIE DE CRISE

les commandes non identifiées, dont le nombre est par définition inconnu.

PRIS DANS L'ÉTAU DES DROITS DE DOUANE

Pékin a répondu aux « tariffs » de 145 % imposés aux produits chinois par des droits de douane de 125 % sur les produits américains. Les autorités chinoises ont aussi ordonné aux compagnies du pays de cesser leurs achats d'équipements et de pièces détachées aéronautiques auprès d'entreprises américaines, selon Bloomberg.

Boeing s'est refusé à tout commentaire, mais Donald Trump lui-même, sur son réseau Truth Social, ●●●

UNE PORTE ENTROUVERTE PAR L'ADMINISTRATION AMÉRICAINE

● ● ● a accusé Pékin « de renier le contrat avec Boeing » signé sous sa première présidence.

Après la crise du 737 MAX, celle du Covid-19, les problèmes de qualité auxquels il est confronté, la grève des techniciens l'an dernier et les perturbations de la chaîne d'approvisionnement, c'est donc un énième fléau qui s'abat sur Boeing.

Une solution de remplacement est peut-être en passe d'être trouvée avec la maison-mère de Malaysia Airlines. Le directeur général de Malaysia Aviation Group (MAG) a indiqué au journal malaisien Bernama que des discussions étaient en cours pour profiter des créneaux de livraison ainsi dégagés alors que la demande de moyen-courriers est très pressante. « MAG est en discussion avec Boeing pour savoir si nous pouvons reprendre ces créneaux », a-t-il déclaré.

La compagnie a passé une commande de dix-huit 737 MAX8 et douze 737 MAX10 pour renouveler la flotte de Malaysia Airlines et posé une option pour trente appareils supplémentaires, annoncée le 21 mars dernier.

BOEING NE PEUT PAS TIRER UN TRAIT SUR LA CHINE

Mais pour le constructeur de Seattle, qui peine déjà en Chine depuis la crise du 737 MAX, la fermeture du marché chinois va d'autant plus peser sur ses perspectives qu'elle va accroître l'avance déjà prise par le géant européen Airbus, épargné par cette guerre commerciale.

La Chine est le premier marché mondial en termes aéronautiques avec une demande estimée par Boeing à 8 830 nouveaux avions au cours des vingt prochaines années.

Le bannissement de l'Américain va également favoriser indirectement Comac et son monocouloir C919, le concurrent chinois de l'A320 et du 737 MAX, qui est en train de déployer ses ailes en Chine.

Reste que Donald Trump a semblé entrouvrir la porte à une désescalade en appelant Pékin à la discussion pour sortir de la crise. « La balle est dans le camp de la Chine », a déclaré Karoline Leavitt, la porte-parole de la Maison Blanche en lisant un communiqué dicté par Donald Trump. « La Chine doit

conclure un accord avec nous. Nous ne sommes pas obligés de conclure un accord avec eux », a-t-elle ajouté.

« Il n'y a aucune différence entre la Chine et les autres pays, si ce n'est qu'ils sont beaucoup plus grands, et la Chine veut ce que nous avons, ce que tous les pays veulent – le consommateur américain – ou, pour le dire autrement, elle a besoin de notre argent », a-t-elle encore lu.

« Pour qu'un dialogue ait lieu, il doit être fondé sur l'égalité, le respect et le bénéfice mutuel », a rétorqué le porte-parole du ministère chinois des Affaires étrangères, Lin Jian. « Si les États-Unis souhaitent réellement

résoudre le problème par le dialogue et la négociation, ils doivent cesser d'exercer une pression maximale et de recourir aux menaces et au chantage. »

DES CONSÉQUENCES POUR L'INDUSTRIE EUROPÉENNE

Répondant aux questions de députés français en commission à l'Assemblée nationale, Olivier Andriès, le directeur général de Safran, a déploré une situation qui affecte une industrie excédentaire en Europe et aux États-Unis grâce à l'accord bilatéral d'exemption de droits de douane dont elle bénéficiait depuis 1979.

« Ceci a permis à l'industrie aéronautique, des deux côtés de l'Atlantique, de prospérer », a-t-il rappelé. « L'industrie aéronautique représente un excédent de la balance commerciale aux États-Unis et aussi en Europe et notamment en France. »

« Ma conviction, c'est que c'est évidemment une mauvaise nouvelle

**UNE SITUATION
ANTÉRIEURE
GAGNANT-GAGNANT**

pour tout le monde, mais c'est surtout une mauvaise nouvelle pour nos clients américains », a-t-il poursuivi. « C'est Boeing qui souffrira d'abord parce que Boeing achète beaucoup d'équipements européens et d'équipements non américains. Et puis, ce sont des compagnies nord-américaines quand elles vont acheter des pièces de rechange. »

Le patron de Safran conclut : « Notre aspiration est de revenir » à la situation qui prévalait jusqu'à la mise en place de ces droits de douane « parce que nous pensons que c'est la meilleure, c'est la situation gagnant-gagnant. » ●



Malaysia Aviation Group pourrait profiter des créneaux chinois pour accélérer ses 737 MAX8 et MAX10.

Boeing



Le site d'Airbus à Mobile en Alabama.

OBJECTIFS

AIRBUS NAVIGUE ENTRE TAXES ET FOURNISSEURS

Airbus maintient le cap entre les incertitudes sur les droits de douane américains et les difficultés de sa chaîne d'approvisionnement. Le géant européen a réaffirmé ses objectifs annuels et mis en garde contre les conséquences potentielles sur l'industrie aéronautique des taxes instaurées par l'administration américaine.

↳ DJALLAL MALTI

« L'environnement complexe et en constante évolution dans lequel nous évoluons devient encore plus versatile et à une vitesse sans précédent », a déclaré Guillaume Faury, le patron d'Airbus, lors de l'assemblée générale du groupe qui s'est tenue le 15 avril. « Concernant les droits de douane, nous continuons d'évaluer l'évolu-

tion de la situation », a-t-il ajouté en maintenant les perspectives pour 2025.

Selon lui, Airbus est « exposé » aux droits de douane sur ses importations à destination de son usine de Mobile, aux États-Unis. En revanche, les pièces en provenance du Canada ou du Mexique sont pour l'heure exemptées.

**UNE PRÉVISION
DE 820 LIVRAISONS
EN 2025**

LES CLIENTS D'AIRBUS POUSSÉS À L'ATTENTISME

Guillaume Faury a insisté sur la nécessité d'évaluer aussi l'impact de ces droits de douane sur la demande, alors que des compagnies aériennes ont déjà indiqué qu'elles préféreraient décaler des livraisons.

Ed Bastian, le patron de Delta Air Lines, a prévenu qu'il n'envisageait pas de payer ces taxes sur les avions dont il doit prendre possession cette année tandis que Michael O'Leary, le dirigeant de Ryanair, a indiqué au *Financial Times* qu'il pourrait retarder les livraisons d'avions.

« C'est quelque chose que nous devons mieux appréhender, afin d'adapter nos plans pour 2025 et au-delà, si et autant que nécessaire, à mesure que les choses se clarifient et se stabilisent », a déclaré Guillaume Faury.

En attendant d'y voir plus clair, Airbus maintient ses prévisions inchangées avec un objectif de 820 livraisons d'avions commerciaux en 2025. « L'impact potentiel des nouveaux droits de douane est exclu de nos prévisions », a souligné le patron de l'avionneur en jugeant « impossible d'évaluer de manière concluante ces prévisions compte tenu de la volatilité et de l'incertitude » qui les entourent. « Ce n'est pas la même chose si vous avez 20 %, 10 % ou zéro », a-t-il souligné. ●●●

RÉORGANISER LA CHAÎNE ET PRODUIRE MALGRÉ LES INCERTITUDES

● ● ● Pour l'heure, ces droits de douane s'élèvent à 10 % pour tous les pays du monde mais ils pourraient atteindre 20 % le 8 juillet, à l'issue du moratoire de 90 jours décidé par Donald Trump. De son côté, l'Union européenne a elle-même suspendu ses propres contre-mesures jusqu'à la mi-juillet dans l'espoir de parvenir à un accord avec le locataire de la Maison Blanche.

SAFRAN CONFRONTÉ AUX DROITS AMÉRICAINS

Interrogé le 14 avril lors d'une audition en commission à l'Assemblée nationale, le directeur général de Safran a souligné que l'ensemble de l'industrie était affectée, y compris la chaîne d'approvisionnement.

« Évidemment, nous sommes impactés », a déclaré Olivier Andriès. « Nous sommes impactés par l'ensemble des flux que nous livrons

à nos clients américains en provenance soit du Mexique, soit du Canada » malgré l'exemption concernant ces deux dernières destinations, a-t-il ajouté.

Selon lui, ces « *tariffs* » s'appliquent sur des flux qui, pour Safran, représentent des milliards de dollars d'Europe vers les États-Unis, ce qui contraint le motoriste et équipementier à chercher à éviter autant que possible le transit de ses pièces par les États-Unis.

Il a plaidé pour une réponse « ferme » mais mesurée de l'Europe afin de ne pas affaiblir encore plus le secteur. « Je ne pense pas qu'il faille

faire une réponse [européenne] totalement symétrique », a-t-il dit, car l'industrie aéronautique est une industrie « globale » avec beaucoup de flux

de part et d'autre de l'Atlantique.

Mais « la réponse de l'Europe, sans être symétrique [...] doit être ferme »,



Bombardier

Les ailes d'A220 produites à Belfast par Spirit.

UN APPEL POUR UNE RÉPONSE MESURÉE DE L'EUROPE

a-t-il insisté. « Je pense qu'il ne faut pas faiblir. Il faut que l'Europe soit prête, si la négociation n'est pas possible, à répondre fermement. »

DIFFICULTÉS DES SOUS-TRAITANTS

Dans ce contexte, l'autre sujet de préoccupation d'Airbus concerne la chaîne d'approvisionnement, qui continue de souffrir même si l'avionneur constate une amélioration.

Deux points de préoccupation demeurent, autour de Spirit AeroSys-

tems dont les difficultés « pèsent actuellement sur la montée en puissance de l'A350 et de l'A220 », et les retards de livraisons de moteurs de la part de CFM International, qui pénalisent l'A320neo.

Guillaume Faury, qui a été reconduit pour un mandat de trois ans à la tête du géant européen lors de l'assemblée générale, a redit que la reprise des activités de l'équipementier de Wichita serait bouclée d'ici le 1^{er} juillet, comme annoncé précédemment.

GE AUSSI VEUT LA FIN DES DROITS DE DOUANE

« Les moteurs représentent un défi majeur », a-t-il déploré, avec CFM, la co-entreprise de Safran et GE Aerospace qui « accuse un retard important ». Airbus compte entre 25 et 30 avions qui ne peuvent être livrés en

raison de retards des motoristes, ce qui explique une partie de son retard cette année en termes de livraisons de moyen-courriers : 106 livrés au premier trimestre contre 116 au cours de la même période l'an dernier.

Mais les choses devraient aller en s'améliorant. CFM doit augmenter de 15 à 20 % les livraisons de moteurs Leap cette année et avait déjà décidé en fin d'année dernière de donner la priorité à Airbus sur les compagnies aériennes pour l'aider à atteindre ses objectifs. ●

renflouement



Les applications de cartographie de Jeppesen sont très présentes dans les cockpits modernes.

Boeing

BOEING VEND JEPPESEN POUR ÉPONGER SES DETTES

Boeing va vendre sa filiale Jeppesen, spécialisée dans les cartes de navigation aérienne, pour 10,55 Md\$ à Thoma Bravo, une société américaine de capital-investissement. Le constructeur aéronautique a annoncé être parvenu à un accord pour céder Digital Aviation Solutions, qui comprend Jeppesen ainsi que d'autres actifs dans le même domaine : ForeFlight (préparation des plans de vol), AerData (gestion de flotte et de maintenance) et OzRunways (gestion de plans de vol et de maintenance en Australie).

Cette transaction va lui permettre de réduire son endettement, qui s'élève à 58 Md\$, aggravé par les multiples crises qu'il a traversées ces dernières années. Elle est la première réalisée sous l'ère du nouveau patron de Boeing, Kelly Ortberg, arrivé aux commandes en août dernier.

« Cette transaction est un élément important de notre stratégie visant à nous concentrer sur nos activités principales,

à renforcer notre bilan et à privilégier la notation de crédit « investment grade » [équivalent à une note entre AAA et BBB selon l'échelle de Standard & Poor's, NDLR] », a déclaré Kelly Ortberg.

« Nous sommes fiers d'investir dans une plateforme technologique aussi importante pour le secteur de l'aérospatiale et de la défense », a de son côté indiqué Holden Spaht, directeur associé de Thoma Bravo. « Forte d'un héritage remontant aux années 1930, Jeppesen

est à la pointe de l'innovation technologique depuis près d'un siècle. Nous sommes ravis de poursuivre sur cette lancée et d'accélérer sa prochaine phase de croissance. »

BOEING A ÉTÉ PROPRIÉTAIRE PENDANT 25 ANS

La transaction devrait être finalisée d'ici fin 2025 et est soumise à l'approbation des autorités réglementaires et aux conditions de clôture habituelles. Le géant américain avait acquis Jeppesen en 2000 pour 1,5 Md\$. ●

politique commerciale

GE AEROSPACE VEUT UNE LEVÉE DES DROITS DE DOUANE

Larry Culp plaide pour un « régime sans droits de douane » auprès de Donald Trump. Lors d'une rencontre avec le président américain en avril, le patron de GE Aerospace lui a demandé la fin des taxes aux frontières et a rappelé à quel point le régime d'exemption fiscale entre l'Europe et les États-Unis avait été profitable à l'industrie aéronautique et à la balance commerciale américaine, avec un excédent commercial annuel de 75 Md\$.

« Nous plaidions en faveur d'un retour à ce régime sans droits de douane dans les deux sens, de part et d'autre de l'Atlantique », a-t-il déclaré à l'agence de presse Reuters à l'occasion de la publication des résultats trimestriels

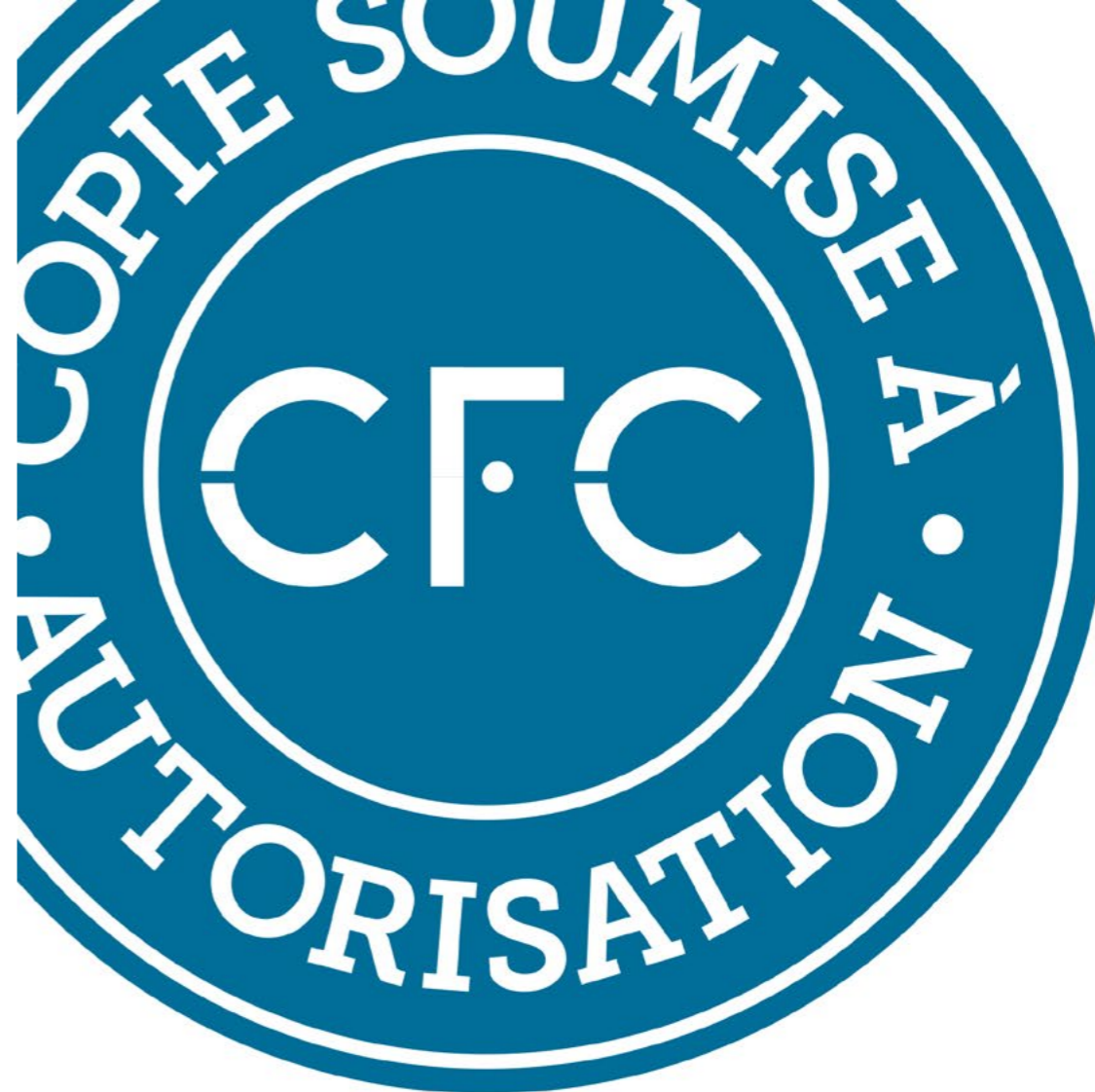
du groupe le 22 avril. « J'ai toujours soutenu que c'était une bonne chose et que ce serait bénéfique pour le pays », a-t-il ajouté en indiquant toutefois soutenir « sans réserve les priorités de

UNE INDUSTRIE CAPITALE POUR L'ÉCONOMIE

l'administration concernant la compétitivité américaine et la revitalisation de l'industrie manufacturière américaine. »

À cette occasion, le groupe a annoncé que ces droits de douane lui coûteront plus de 500 M\$ cette année, et qu'il prévoit de les compenser par la maîtrise des coûts et des hausses de prix.

Il maintient toutefois ses prévisions annuelles, avec notamment une croissance à deux chiffres de son chiffre d'affaires, en tenant compte de ces droits de douane mais sans nouvelle escalade ni récession mondiale. ●



Les articles de ce magazine sont protégés par le droit d'auteur

Avant d'en faire des copies dans le cadre de votre activité professionnelle, assurez-vous qu'un contrat d'autorisation a été signé avec le CFC





Assemblée nationale

SAFRAN

OLIVIER ANDRIÈS S'EN PREND AUX ÉCOLOGISTES

M. Olivier ANDRIÈS
Directeur général de Safran

Olivier Andriès et Suzanne Kucharekova devant les députés français.

C'est un pavé dans la mare qu'a envoyé le patron de Safran, Olivier Andriès, ou plutôt une tomate dans la soupe. Lors d'une audition devant les parlementaires, celui-ci a vertement – c'est le cas de le dire – renvoyé la balle dans le camp des écologistes.

↳ CAROLINE BRUNEAU

Le 14 avril, en audience à l'Assemblée nationale, Olivier Andriès, directeur général de Safran, était interrogé par les députés français sur la question de la réindustrialisation du pays, lors d'une session dans laquelle Éric Trappier de Dassault Aviation intervenait après lui.

Une petite phrase du patron du motoriste et équipementier aéronautique a mis le feu aux poudres, à propos de la décision, dévoilée en février

2024 (cf. AS n°188), d'implanter une usine à Rennes : « Nous avons été surpris d'être critiqués, dès l'annonce, par les écologistes. Nous avons reçu des tomates, sur le thème " c'est l'aéronautique, c'est les avions, ils vont polluer, c'est du militaire, c'est pas bien ". Je vais être très clair : pour moi il n'est plus question, aujourd'hui, d'investir, en France, dans une ville détenue par une majorité écologiste. »

Après l'acquisition d'Aubert & Duval, et la relance de l'activité de fonderie,

LES ÉCOLOGISTES PENSENT QUE LA FIN (DE L'AÉRIEN) EST PROCHE

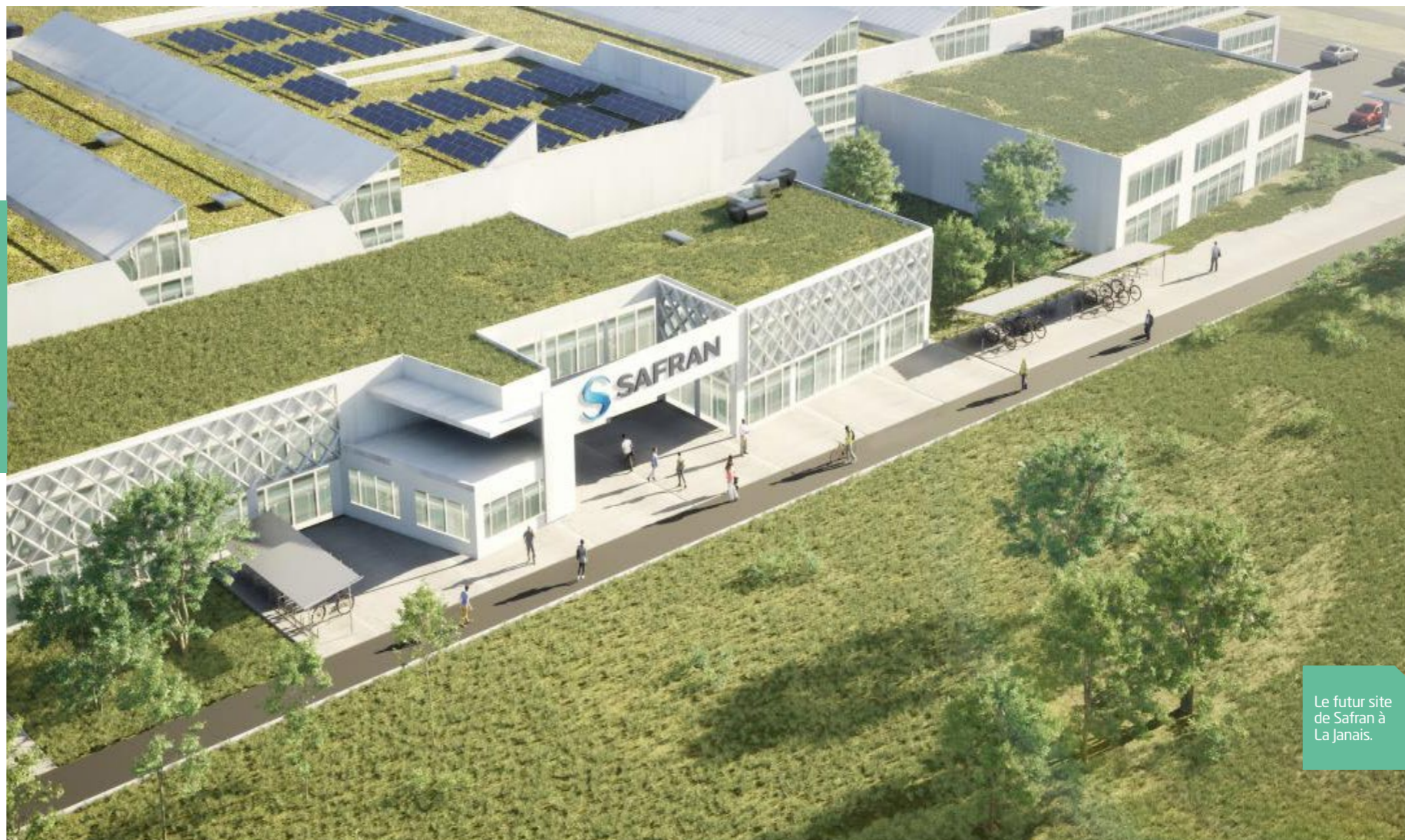
Safran a en effet décidé de relancer l'activité stratégique – Oliver Andriès a insisté sur ce mot – de forge d'aubes de turbines, pour les turboréacteurs M88 et Leap. En s'installant sur l'emplacement d'une ancienne usine de Stelantis, Safran respectait les règles de non-artificialisation des sols, et créait environ 500 emplois.

Mais, alors même que les discussions avec le maire de Rennes, la socialiste Nathalie Appéré, s'étaient très bien passées, l'accueil des écologistes locaux a été tout autre. À tel point que le patron de Safran refuse désormais de considérer d'autres municipalités écologistes pour installer de futures usines.

C'EST LA FAUTE À VOLTAIRE... OU ROUSSEAU

La diffusion sur le site de l'Assemblée nationale de cette prise de position d'Olivier Andriès a aussitôt fait bondir Sandrine Rousseau, députée Les Écologistes (ex-EELV) : « Aujourd'hui, dans les stratégies indus- ● ● ●

SAFRAN CHERCHE TOUJOURS UN SITE POUR SON USINE DE FREINS EN CARBONE



Le futur site de Safran à La Janais.

● ● ● trielles, ce n'est pas l'aviation et l'industrie d'armement qui doivent être prioritaires ». Interrogée sur BFM TV, elle a affirmé comprendre parfaitement les manifestations des écologistes bretons : « 500 emplois pour quoi faire ? De quelle pérennité ces emplois sont-ils le nom ? Si c'est pour détruire la planète, on a 500 emplois qui vont durer un temps très court et n'auront pas de débouchés industriels intéressants », a-t-elle expliqué, visiblement convaincue de la disparition prochaine du secteur aéronautique.

À Rennes mêmes, les écologistes ont refusé de remettre une

LES VERTS RENNAIS SE SONT SENTIS FLOUÉS PAR LA MÉTROPOLE

pièce dans la machine après l'audition d'Olivier Andriès. L'an passé, ils avaient dénoncé – dans un communiqué et non avec des tomates – le *greenwashing* de Safran, qui aurait prétendu investir dans l'avion décarboné.

En réalité, pour l'industriel, il s'agit de pérenniser les avancées de la décarbonation et de rendre les cycles industriels moins polluants, grâce aux nouvelles aubes et à une « usine 4.0 ». Aujourd'hui, les écologistes se rangent

derrière Nathalie Appéré, maire et présidente de Rennes Métropole.

En effet, lors de l'annonce de l'implantation de Safran sur le site

de la Janais, la métropole n'avait pas totalement respecté les engagements initiaux : la friche industrielle laissée par Stellantis devait accueillir des acteurs de la décarbonation des transports et du bâtiment.

L'installation de Safran dans ce contexte semble donc être une adaptation un peu à la marge de ce cahier des charges. Les écologistes locaux s'étaient surtout sentis trompés sur les promesses qui ne semblaient pas tenues. Safran a en outre profité des investissements et du soutien financier de la région Bretagne qui fait tout, depuis dix ans, pour maintenir à flot ce site industriel de 200 ha, crucial pour l'emploi.

Malgré le coup de gueule de son patron, le groupe Safran poursuit néan-

moins son investissement à La Janais, avec la construction de l'usine sous la direction d'une équipe dédiée. Le montant de l'investissement est de 80 M€ pour une ouverture prévue en 2027.

SAFRAN FREINE DES QUATRE FERS

Mais en attaquant les écologistes, Olivier Andriès garde un atout dans sa poche. L'implantation d'une nouvelle usine de freins en carbone, très consommatrice d'énergie et polluante, qui devait initialement être faite à Feyzin, près de Lyon, avait été reportée fin 2022 (cf. AS n°156).

Le groupe cherche toujours du soutien public et financier pour cette usine, qui doit coûter 400 M€, une tout autre échelle que celle de Rennes. Le

5 décembre dernier, lors de la journée dédiée aux investisseurs, Olivier Andriès avait annoncé qu'il choisirait le site au premier semestre 2025.

Le choix devrait être fait entre la France... et les États-Unis. Le point d'achoppement est notamment le coût de l'énergie. Lors de son audition du 14 avril, Olivier Andriès a insisté sur la perte de compétitivité industrielle provoquée par les hausses très fortes du prix de l'électricité, alors qu'il a rappelé qu'il était autrefois le plus faible d'Europe grâce au nucléaire. La fin du mécanisme de l'Arenh (Accès régulé à l'électricité nucléaire historique) – avec un prix fixé à 42 €/MWh – le 1^{er} janvier 2026 est une menace pour les grands industriels.

En faisant une sortie aussi brutale et médiatique, le patron de

Safran s'aliène peut-être les écologistes, mais il a aussi déclenché une vague de soutien, avec des appels du pied de beaucoup de maires de petites et grandes communes, qui souhaiteraient accueillir une future implantation.

Si Safran choisit *in fine* les États-Unis, ou peut-être le Canada, pour sa quatrième usine de freins en carbone, il aura déjà popularisé une partie des arguments qui justifieront ce choix...

La secrétaire nationale des Écologistes, Marine Tondelier, de son côté, a déploré une « sortie caricaturale » à onze mois des élections municipales.

Les écologistes rennais, pour leur part, ont invité Olivier Andriès à participer à un débat public sur l'avenir industriel du territoire, le 28 avril. ●

AU SOMMAIRE

- 18 40 RAFALE DE PLUS POUR L'INDIAN AIR FORCE
- 22 LE BORAMAE AUX EAU ET LE KAN EN INDO-CHINE
- 26 LIVRAISON DU PREMIER MRTT À L'ESPAGNE



Un Rafale indien en vol.

PROSPECT

QUARANTE RAFALE DE PLUS POUR L'INDIAN AIR FORCE

C. Cosmao - Dassault Aviation

New Delhi n'a pas encore passé commande officiellement des 26 Rafale Marine destinés à équiper son aéronavale, qu'une demande aurait été faite à la France pour l'achat de 40 appareils de plus pour son armée de l'air.

STEFAN BARENSKY

L'État-major indien semble ne pas réussir à concilier les lenteurs extrêmes de ses processus d'appel d'offres et le besoin urgent de renforcer ses moyens de défense aérienne face à la montée en puissance de la Chine et de son allié pakistanais.

En témoignent les récentes fuites rapportées par la presse indienne sur une commande directe de quarante

Rafale supplémentaires pour l'Indian Air Force (IAF) hors de toute compétition classique.

Des négociations auraient été engagées au plus haut niveau entre officiels français et indiens en vue d'un accord de gouvernement à gouvernement, qui court-circuiterait une nouvelle fois le processus normal du marché MRFA (Multi-Role Fighter Aircraft). Celui-ci visait l'acquisition de

114 avions fabriqués à l'étranger. Le Rafale était en compétition contre le F-16 de Lockheed Martin (dans une version adaptée dite F-21), le Typhoon d'Eurofighter, le F-15EX de Boeing ou le Gripen E de Saab.

Cependant, le MRFA est au point mort depuis plusieurs années, sans qu'aucun appel d'offres formel n'ait jamais été lancé. Le dernier appel à informations remonte à 2018.



Un premier lot de 36 Rafale a été livré de juillet 2020 à décembre 2022.

S. randé - Dassault Aviation

● ● ● L'INDE A BESOIN D'AVIONS

Malheureusement, dans le même temps, l'IAF est confrontée à l'attrition de ses moyens. Elle n'aligne que 31 escadrons alors qu'elle est censée en compter 42. En début d'année, le maréchal Amar Preet Singh, commandant de l'armée de l'air, a rappelé qu'il lui fallait recevoir 35 à 40 nouveaux avions chaque année pour maintenir ses moyens en raison du retrait des vieilles plateformes.

L'avionneur national, Hindustan Aeronautics Ltd (HAL), fait son possible pour livrer 97 de ses monomoteurs Tejas Mk1A d'ici 2030, mais la cadence reste insuffisante face à l'ampleur du besoin. Elle devrait pourtant

monter prochainement à 24 par an. La promesse d'une commande de 110 à 200 Tejas Mk2 doit d'abord attendre le premier vol d'un prototype en 2026, pour une production en série qui n'est pas prévue avant 2029.

La politique d'*Aatmanirbhar Bharat* (« *Make in India* ») voulue par le premier ministre Narendra Modi doit se plier aux contraintes stratégiques, et l'achat d'avions hors d'Inde semble incontournable.

Le Rafale est en service dans l'IAF depuis bientôt cinq ans et sa mise en œuvre est désormais bien connue et

maîtrisée par les équipes. Cela le place en bonne position pour une expansion rapide, en dehors des canaux habituels. Selon des sources proches du marché, « les deux parties ont conclu un accord stratégique et il ne s'agirait pas d'un simple achat, mais d'un plan de continuité ».

Du point de vue indien, une standardisation autour du Rafale et du Tejas pourrait permettre à terme de réduire la dépendance des forces aériennes du pays aux fournisseurs russes, dont les appareils représentent encore près de 65 % du

UN PLAN DE CONTINUITÉ APRÈS LE CONTRAT INITIAL

parc, avec plus de 350 chasseurs Sukhoï 30, MiG-29 ou MiG-21.

FAIRE HONNEUR AU « MAKE IN INDIA »

Les Rafale de l'IAF devraient en outre bénéficier indirectement du contrat d'un montant de 630 Md de roupies (6,65 Md€), pour les Rafale M de l'Indian Navy (cf. AS n°214).

Celui-ci comprendra des services de MRO (Maintenance, Repair & Overhaul) en Inde et l'intégration sur la plateforme française d'armements indiens tels que les missiles air-air longue portée Astra de Bharat Dynamics, ou les munitions anti-pistes SAAW (Smart Anti Airfield Weapon) de HAL.

Les livraisons de ces Rafale M s'étaleraient de 2028 à 2031. Par ailleurs, dix des 36 Rafale déjà en ser-

vice en Inde vont être modifiés pour recevoir des *pods* de ravitaillement en vol (« *buddy-buddy* »), mais aussi des mises à jour au niveau des capteurs et des logiciels.

Toutefois, les quarante Rafale additionnels dont il est question aujourd'hui représentent un sérieux recul par rapport aux 90 que réclamait l'état-major de l'IAF l'an dernier.

De plus, la capacité de Dassault Aviation à augmenter la cadence de sa chaîne à Mérignac, pour les produire

dans les délais, se heurte aux limites de la chaîne de sous-traitance.

L'idée initiale était qu'avec un lot d'une taille suffisante, Dassault Aviation pourrait ouvrir une ligne d'assemblage en Inde, sur son site de Dassault Reliance Aerospace Ltd (DRAL) à Nagpur, dans l'État de Maharashtra. Éric Trappier, P-DG de Dassault Aviation a plusieurs fois lié l'ouverture de cette chaîne indienne à l'attribution du marché MRFA.

Le contrat pour les Rafale Marine de l'Indian Navy pourrait être signé lors du voyage officiel en Inde de Sébastien Lecornu, les 28 et 29 avril. Le ministre français des Armées et les industriels qui l'accompagneront pourraient alors conclure un protocole d'accord pour cette nouvelle commande de l'aviation de combat français par New Delhi. ●

LA GRANDE QUESTION EST CELLE DE LA PRODUCTION



L'usine de Dassault Reliance Aerospace Ltd à Nagpur.

Drail - Dassault Aviation



ASIE

LE BORAMAE AUX ÉMIRATS ET LE KAAAN EN INDONÉSIE

Le prototype de la version biplace du KF-21 Boramae.

Changements d'alliances autour des avions de combat de nouvelle génération en Asie : l'Indonésie pourrait se désintéresser du KF-21 Boramae dont elle était pourtant partenaire, au profit du Kaan turc. Mais l'appareil sud-coréen intéresse fortement les Émirats arabes unis, bien plus solvables.

STEFAN BARENSKY

Le feuilleton des retards de paiement de l'Indonésie sur le programme d'avion de combat commun avec la Corée du Sud pourrait toucher à sa fin, avec un retrait inattendu du mauvais payeur. Décidé en 2001, le programme KF-21 Boramae a été lancé, sous le nom de KF-X, en 2015. En 2010, Séoul s'était accordé avec Jakarta pour une participation indonésienne à hauteur de 20%. KAI (Korea Aerospace Industries) assu-

rait la maîtrise d'œuvre, avec quelques transferts de technologies de Lockheed Martin, et Indonesian Aerospace (PT Dirgantara Indonesia), aurait dû être le partenaire industriel local.

Le premier prototype du KF-21 a pris les airs le 19 juillet 2022 (cf. AS n°153), arborant les drapeaux sud-coréen et indonésien, côte à côte. Mais à cette date, les arriérés de paiement de Jakarta atteignaient 800 Md de wons (495 M€).

**VINGT KF-21 ONT DÉJÀ
ÉTÉ COMMANDÉS POUR
LA CORÉE DU SUD**

En juin 2024, la Dapa (Defense Acquisition Program Administration), équivalent sud-coréen de la DGA (Direction générale de l'armement), a donné son feu vert pour démarrer la production en série du Boramae, avec une première commande de vingt appareils pour 1 960 Md de wons (1,2 Md€). Deux tiers de l'appareil et de ses équipements sont fabriqués en Corée du Sud. En particulier, son radar à antenne active (AESA) et son système de ciblage infrarouge (IRST) sont développés localement par Hanwha Systems. Sa motorisation est assurée par Hanwha Techwin, qui fournit des moteurs F-414-400K, version locale du moteur du Gripen et Super Hornet fabriquée sous licence de GE Aerospace.

Pour l'armement, la Dapa se fournit chez MBDA, en Europe, avec le missile air-air longue portée Meteor (cf. AS n°91), mais aussi chez Diehl, en Allemagne, pour les missiles de courte portée Iris T.

En août 2024, la contribution indonésienne au programme a été ●●●

L'INDONÉSIE VEUT TRAVAILLER AVEC ANKARA SUR UN CHASSEUR DE « CINQUIÈME GÉNÉRATION »

●●● réduite de 1 600 Md de wons (995 M€) à 600 Md de wons (370 M€), avec une baisse proportionnelle du rôle d'Indonesian Aerospace (cf. AS n°194). Le principe de la coopération a été néanmoins conservé.

L'INDONÉSIE REGARDE VERS LA TURQUIE

Toutefois, cette coopération a été mise à mal le 10 avril lors de la conférence de presse qui a suivi la rencontre entre le président indonésien Prabowo Subianto et son homologue turc Recep Tayyip Erdoğan. « L'Indonésie souhaite participer au développement de l'avion de combat de cinquième génération Kaan et au développement de sous-marins avec l'industrie turque », a déclaré Prabowo Subianto. Une série d'accords a également été signée dans la foulée entre le pre-

LE KAN SERA CAPABLE DE COMBAT COLLABORATIF

mier et le septième plus grands pays sunnites au monde, mais aucun dans le domaine de la défense.

Développé par TAI (Turkish Aerospace Industry), le Kaan, ex-TF-X, a effectué son premier vol le 21 février 2024 (cf. AS n°188). Le premier prototype devrait être rejoint par deux autres d'ici la fin de l'année. Les premières livraisons à l'armée de l'air turque sont prévues vers 2028/2029. En février, Mehmet Demiroglu, directeur général de TAI, avait annoncé que « de nombreux pays » avaient manifesté leur intérêt pour le Kaan.

Selon TAI, des travaux seraient en cours pour préparer le Kaan au combat collaboratif avec des drones développés par Baykar, ce qui en ferait partiellement un avion de « sixième génération ».

Reste à savoir comment l'Indonésie, qui a acheté 42 Rafale à

Dassault Aviation pour 5,7 Md€ et qui négocie avec Boeing aux États-Unis pour l'achat de 24 F-15EX – un marché remis en cause après que Donald Trump a promis de taxer les produits indonésiens à 32 % – pourra trouver de quoi financer une coopération avec la Turquie, quand elle n'a pas trouvé de quoi payer sa quote-part sur le Boramae.

VERS UN « BORAMAE DU DÉSERT » ?

Mais si l'intérêt de l'Indonésie semble s'affaiblir, celui des Émirats arabes unis paraît se renforcer. En septembre 2023,

il s'était manifesté sous la forme d'une annonce – démentie depuis – qu'Abou Dhabi pourrait régler la facture de Jakarta qui s'élevait alors à 710 M€ (cf. AS n°178).

Ce scénario refait surface avec la visite en Corée du Sud du commandant des forces aériennes et de la défense aérienne des Émirats, le général Rachid Mohammed al-Shamsi. Le 15 avril, au quartier général de RoKAF (Republic of Korea Air Force) à Gyeongju, il a signé un protocole d'accord avec son chef d'état-major, le général Lee Yong-soo, pour une

ABOU DHABI VEUT REMPLACER SES F-16 DESERT FALCON

coopération renforcée entre les deux armées de l'air. S'y ajoutait une lettre d'intention portant plus particulièrement sur une « coopération globale » autour du KF-21 Boramae.

Outre des échanges autour de la mise en œuvre du nouvel avion en Co-

rée du Sud, le général al-Shamsi doit entreprendre des discussions avec la Dapa sur une coopération dans le domaine industriel.

À terme, les Émiriens envisageraient de remplacer leur flotte de 76 F-16E/F Block 60 « Desert Falcon », acquise en 2007, par des KF-21. Ceux-ci leur seraient accessibles avec bien moins de conditions contraignantes que les F-35A de Lockheed Martin, auxquels Washington leur a toujours dénié l'accès, même après la signature des Accords d'Abraham en août 2020. ●

Le prototype du Kaan.



TAI

L'ESPAGNE PREND LIVRAISON...



A. Molinos - Mango Producciones - Airbus Defence & Space

...DE SON PREMIER A330 MRTT

Le 11 avril à Getafe, près de Madrid, l'Ejército del Aire y del Espacio, l'armée de l'air et de l'espace espagnole, a pris livraison du premier des trois A330 MRTT (Multi-Role Tanker Transport) commandés en novembre 2021. Deux autres appareils sont en cours de conversion sur le site d'Airbus Military Aircraft. Avant leur conversion, ces A330 avaient déjà été mis en œuvre par la 45^e escadre aérienne de la base voisine de Torrejón de Ardoz, pour le transport de personnel et d'équipement. L'un d'entre eux a ainsi participé à l'exercice Pacific Skies de l'été 2024, au côté de six A330 MRTT français et allemands et de nombreux autres appareils dont neuf A400M, au cours duquel un périple de plus de 58 000 km a été accompli. Ils ont aussi été utilisés pour l'évacuation de civils espagnols du Niger et du Soudan.

Convertis au standard MRTT, ces appareils disposeront d'une capacité d'emport de 111 t de kérosène en mode ravitailleur, ou de 300 personnes ou 45 t de charge utile en mode transport. Ils afficheront une autonomie de plus de 18h de vol sur 16 000 km.



J. Tshiteya - Nasa.

COUPES

LE BUDGET SCIENTIFIQUE DE LA NASA VA ÊTRE RÉDUIT DE MOITIÉ

Le télescope Nancy Grace Roman en cours d'intégration en décembre 2024.

AU SOMMAIRE

- 28 MOITIÉ MOINS POUR LES SCIENCES À LA NASA
- 34 LA CHINE ACCÉLÈRE SON PROGRAMME LUNAIRE
- 40 LE P160C VA SECOUER KOUROU

Alors que la nomination de Jared Isaacman à la tête de la Nasa attend d'être approuvée à la fin avril, il se confirme que le budget de l'agence spatiale pour les missions scientifiques va être sabré de moitié. Les sciences de la Terre, l'astrophysique et l'héliophysique seront les plus touchées.

STEFAN BARENSKY

Lors de son audition devant le Sénat, le 9 avril, Jared Isaacman, désigné par Donald Trump comme futur administrateur de la Nasa, n'a pas hésité à promettre un nouvel « âge d'or pour la science et les découvertes ». Les chiffres transmis à l'agence le lendemain par l'OMB (Office of Management & Budget), détaillant les demandes de la Maison Blanche, peignaient un tout autre tableau de son avenir que celui décrit par le milliardaire, client et ami d'Elon Musk.

Selon les chiffres de l'OMB, le budget de la Nasa, qui avoisinait les 25 Md\$ par an, serait sabré de 20 % pour l'année fiscale 2026, qui débute le 1^{er} octobre prochain. Sur les quelque 5 Md\$ d'économies visées, 3,6 Md\$, soit près des trois quarts, proviendraient du seul

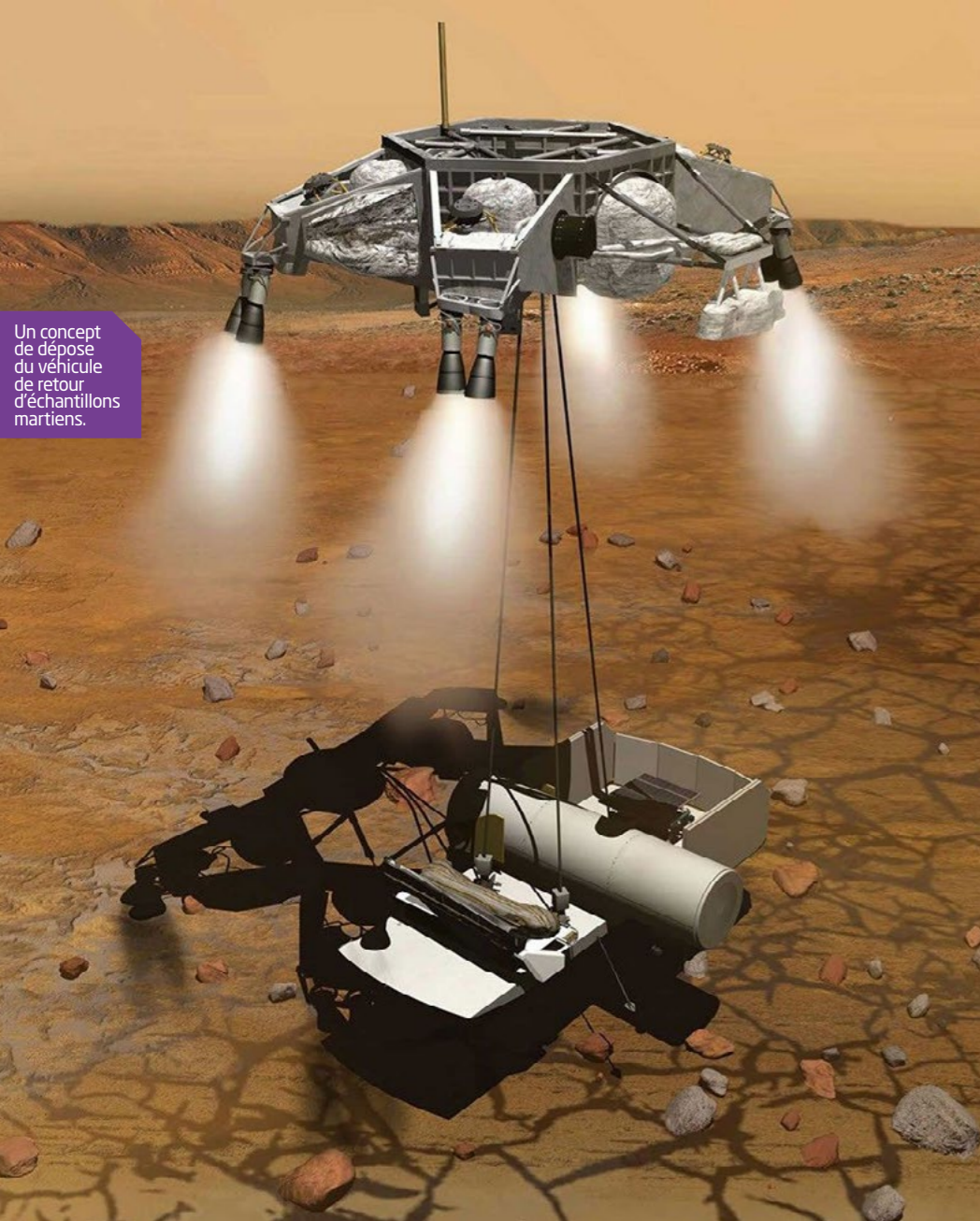
budget des missions scientifiques.

Les chiffres de 2025 n'ayant pas été publiés, en comparaison à ceux de 2024, le budget pour les missions d'astrophysique passerait ainsi de 1,53 Md\$ à 487 M\$ (-68 %) et celui de l'héliophysique de 805 M\$ à 455 M\$ (-43,5 %). Les sciences de la Terre chuteraient de 2,186 Md\$ à 1,033 Md\$ (-53 %) et l'exploration planétaire de 2,716 Md\$ à 1,929 Md\$ (-29 %).

RENONCER À EXPLORER LES PLANÈTES ET L'UNIVERS

Parmi les grandes victimes de ces coupes figureraient les missions DaVinci et Veritas vers Vénus et surtout le programme Mars Sample Return (MSR), ce qui représenterait un coup dur pour la coopération européenne. En effet, l'ESA devait fournir la sonde ERO (European Return Orbiter), ●●●

TROIS QUARTS DES COUPES BUDGÉTAIRES SUR LA SCIENCE



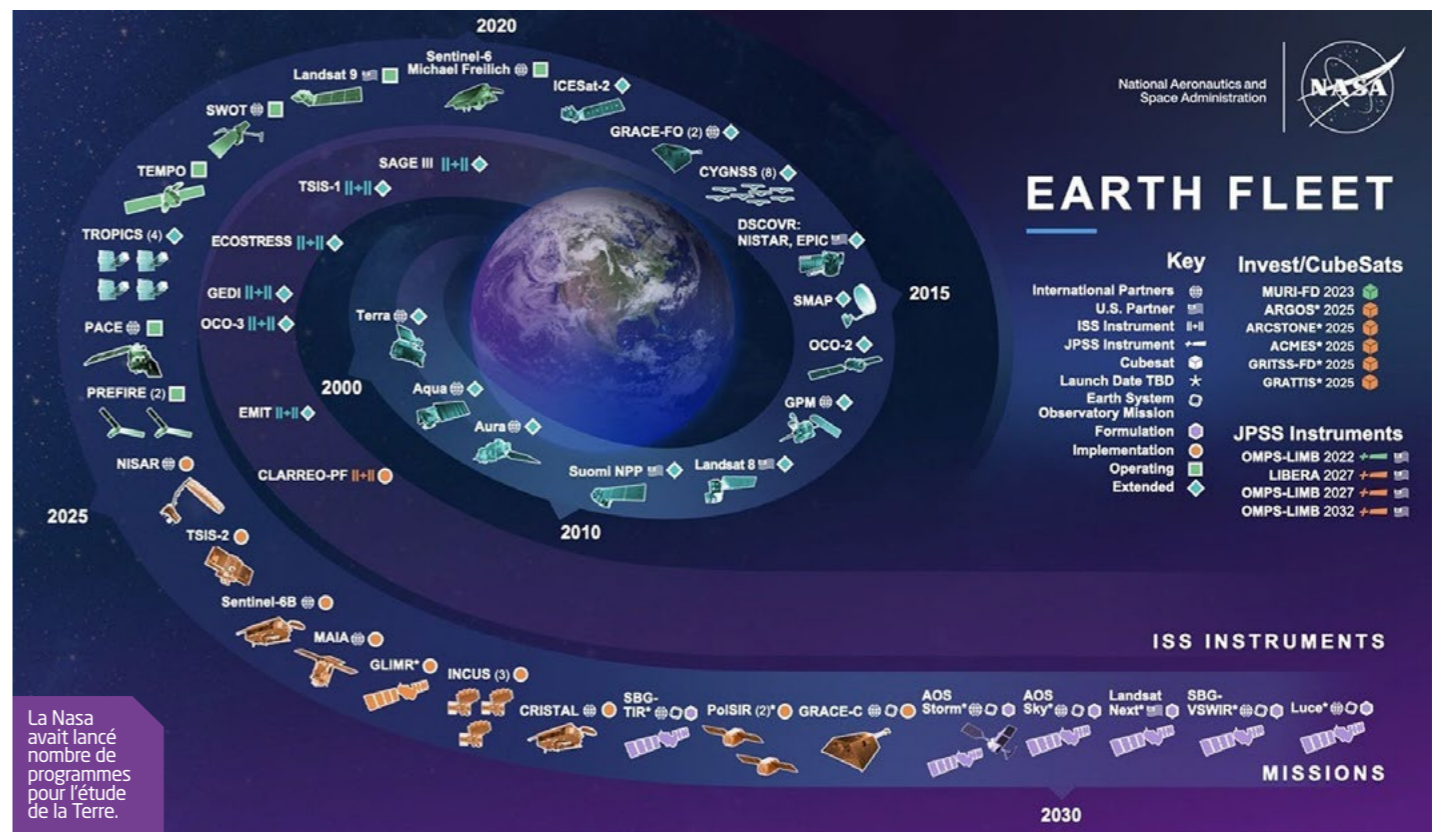
Un concept de dépôt du véhicule de retour d'échantillons martiens.

DESTRUCTION

LA NOAA N'EST PAS ÉPARGNÉE

L'OMB a également fait passer sa proposition de budget pour la NOAA (National Oceanic & Atmospheric Administration), dont les ressources seront réduites de 27 % pour tomber à 4,5 Md\$. Là aussi, c'est la division de la recherche scientifique qui est la plus particulièrement visée : l'OPAR (Office of Oceanic & Atmospheric Research) voit ses ressources amputées de 74 % pour tomber à 171 M\$. Les 50 M\$ alloués au programme Regional Climate Data & Information, qui centralise les informations sur les conséquences du changement climatique, vont être purement et simplement annulés.

Le renouvellement des satellites météorologiques géostationnaires, indispensables au suivi des cyclones mais aussi à la veille météorologique mondiale (WWW : World Weather Watch) de l'Organisation météorologique mondiale (OMM), serait lui-même en danger. Les quatre satellites actuels, de la série GOES-R (Geostationary Operational Environmental Satellite) de Lockheed Martin, ont été lancés de 2016 à 2024 avec une durée de vie prévue de quinze ans. Le programme GeoXO, qui doit assurer la relève à partir de 2032, avec des satellites optimisés pour la veille climatologique et environnementale, pourrait être annulé. En 2023, L3Harris avait reçu deux contrats, d'un montant total de 1,25 Md\$, pour développer les deux instruments de la charge utile (cf. AS n°177).



La Nasa avait lancé nombre de programmes pour l'étude de la Terre.

Nasa

● ● ● pour laquelle Airbus Defence & Space avait reçu un contrat de 491 M€ en 2020 (cf. AS n°111).

La fourniture d'un lancement pour la mission européenne ExoMars serait aussi remise en cause, comme en 2012 (cf. AS n°194).

Dans le domaine de l'héliophysique, qui étudie les relations entre la Terre et le Soleil, le projet GDC (Geospace Dynamics Constellation), avec ses six satellites et son budget de 1,4 Md\$, est en tête de liste des projets à annuler selon l'OMB. Prévu pour un lancement en 2029, il devait étudier l'ionosphère et la thermosphère et leur interac-

LA COOPÉRATION AVEC L'EUROPE SUR MARS DE NOUVEAU EN PÉRIL

tion avec la magnétosphère et le vent solaire.

Le Nancy Grace Roman Space Telescope, un grand télescope infrarouge à large champ qui avait déjà été une cible régulière des coupes budgétaires de la Maison Blanche lors du premier mandat de Donald Trump, serait également

annulé (cf. AS n°52). Les répercussions seraient importantes pour le centre spatial Goddard, dans le Maryland, l'un des plus prestigieux de la Nasa, où le télescope, basé sur un miroir de réserve du NRO (National Reconnaissance Office), est en préparation pour un lancement prévu en mai 2027.

ABANDON DE LA RECHERCHE SUR LE CLIMAT

Dans le domaine des sciences de la Terre (et donc du climat), également géré depuis le centre spatial Goddard, une victime notable serait l'ambitieux programme ESO (Earth System Ob-

servatory). Évalué à 3,5 Md\$ au total, celui-ci comprendrait notamment deux missions SBG (Surface Biology & Geology), dont une fournie par l'Italie (cf. AS n°209), et deux missions AOS (Atmosphere Observing System) en partenariat avec l'Agence spatiale canadienne, le Cnes et la Jaxa, qui évolueraient de concert avec un satellite canadien et un satellite franco-japonais. La continuité des missions germano-américaines Grace (Gravity Recovery and Climate Experiment) pour le suivi du champ gravitationnel, devait aussi incomber au programme ESO. Airbus DS Deutschland avait été maître d'œuvre des deux premières paires de satellites, lancées en 2002 et 2018.

L'OMB va prochainement transmettre ses chiffres au Congrès qui décidera en dernière instance des budgets alloués aux

différents programmes. Lors du premier mandat de Donald Trump, de nombreux projets ont ainsi été sauvés au Capitole, mais les équilibres ont changé : les Républicains dominent aujourd'hui les deux chambres, ce qui rendra la tâche plus difficile aux soutiens de la recherche scientifique.

LES DÉMOCRATES DU CAPITOLE À LA RESCOURSE

Le sénateur démocrate du Maryland Chris Van Hollen, du sous-comité Commerce-Justice-Science (CJS) au sein du Comité sénatorial des crédits, ne cache pas son énervement : « Supprimer [ces programmes] est une mesure à courte vue, mais aussi dangereuse. Elle est tout sauf efficace : ces programmes nous fournissent des informations vitales qui nour-

risent d'innombrables innovations et technologies ».

Dans le cas du Nancy Grace Roman Space Telescope, « la mission est presque entièrement achevée et sans aucun dépassement de budget », souligne le sénateur. « Je lutterai bec et ongles contre ces coupes budgétaires et pour protéger le travail essentiel réalisé au centre spatial Goddard de la Nasa », assure-t-il.

La représentante californienne Zoe Lofgren – dont le district couvre une partie de la Silicon Valley – à la tête des Démocrates à la Commission de la Technologie ne mâche pas ses mots : « Ces coupes budgétaires absurdes anéantiraient la capacité de la Nasa à atteindre ses objectifs fondamentaux, priveraient la société de ses bénéfices et entraîneraient une catastrophe pour les sciences terrestres et spatiales américaines, en jetant à la poubelle des milliards d'investissements ● ● ●



Lors de son audition, Jared Isaacman, a promis beaucoup plus qu'il n'aura les moyens de faire.

B. Ingalls - Nasa

●●● déjà réalisés par les contribuables ». Elle assure aussi qu'elle fera « tout ce qui est en [son] pouvoir pour que ces propositions irresponsables ne se concrétisent jamais. »

La Planetary Society dénonce également ces coupes budgétaires en mettant l'accent sur le gaspillage que constitueraient les « plusieurs milliards de dollars d'argent des contribuables déjà investis » dans les nombreux programmes scientifiques qui devront être arrêtés. « Nous exhortons le Congrès à rejeter rapidement cette proposition et à rétablir le financement de la Direction des missions scientifiques de la NASA. Nous restons déterminés à collaborer avec toutes les parties prenantes pour protéger et promouvoir le *leadership* des États-Unis dans l'exploration scientifique de l'espace », résume l'association dans un communiqué.

L'American Astronomical Society estime pour sa part que ces coupes auront

un effet dévastateur pour la communauté astronomique et que « ces changements auront également des conséquences considérables pour le pays ».

LES PLATES PROMESSES DE JARED ISAACMAN

Même Elon Musk, qui a pourtant souvent démontré son peu d'intérêt pour la recherche scientifique, s'est ému des propositions de coupes. « Je suis très favorable à la science, mais je ne peux malheureusement pas participer aux discussions budgétaires de la Nasa, SpaceX étant un important sous-traitant de l'agence », a-t-

LA PROMESSE DE PLUS DE TÉLESCOPES ET PLUS DE SONDES

il déclaré sur les réseaux sociaux. Ces éventuels conflits d'intérêts ne l'ont pourtant pas empêché de s'attaquer, à l'aide de son DoGE (Department of Government Efficiency) aux agences fédérales avec lesquelles il était en conflit (cf. AS n°210).

S'il est confirmé à son poste, Jared Isaacman promet « d'exploiter le talent et les capacités scientifiques de la Nasa pour permettre aux institutions universitaires et à l'industrie d'accélérer le rythme des découvertes révolutionnaires ». Pour y parvenir, il assure que la Nasa « lancera davantage de télescopes, de sondes et d'astromobiles, [pour] mieux comprendre notre planète et l'univers au-delà. »

Cet objectif d'une Nasa « multiplicateur de force pour la science » sera difficile à concilier avec le mandat qui lui sera confié par Donald Trump : dissuader le Congrès de modifier sa proposition de budget. ●

Offre réservée aux lecteurs d'AEROSPATIUM

100 %
espace



Abonnez-vous !



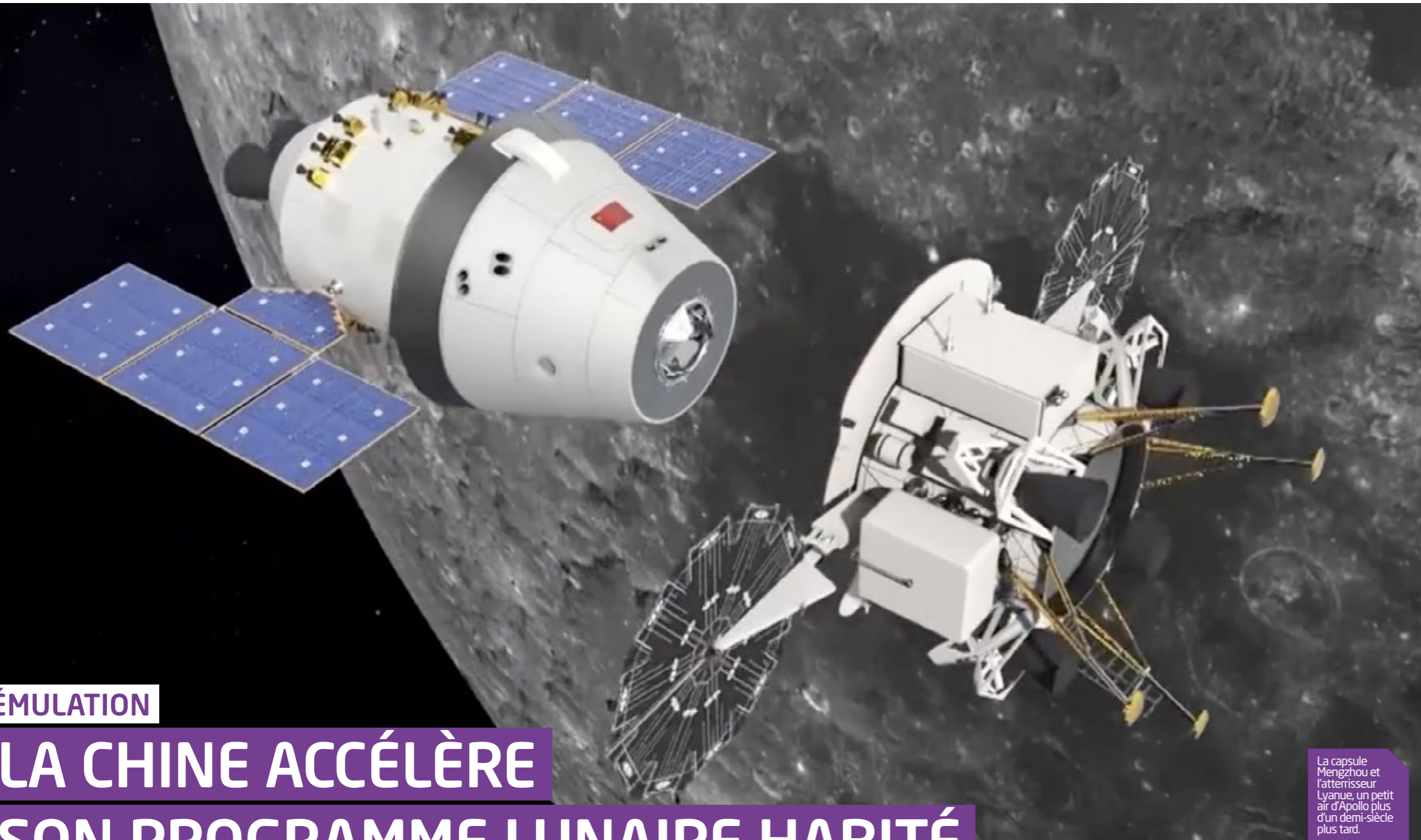
Code promo* spécial **AEROSPATIUM**

AEO22025

**12 numéros PDF offerts
Années 2022 et 2023**

www.espace-exploration.com

*Offre valable pour tout abonnement papier ou PDF souscrit avant le 31/03/2025, à mettre au moment de votre commande.



ÉMULATION

LA CHINE ACCÉLÈRE SON PROGRAMME LUNAIRE HABITÉ

La Chine met un peu plus la pression sur le programme Artemis de la Nasa en laissant entendre que ses propres astronautes pourraient débarquer sur la Lune dès 2028.

STEFAN BARENSKY

Avec la confirmation fin avril de la nomination de Jared Isaacman à la tête d'une Nasa au budget amputé de 20 % (cf. p. 28), la situation devrait s'éclaircir sur l'avenir du programme Artemis qui doit ramener des astronautes américains sur la Lune.

La Chine, qui avait annoncé l'arrivée sur place de ses propres astronautes « avant 2030 » et semblait viser le 80^e anniversaire de la révolution chinoise, en octobre 2029 (cf. AS n°165), laisse désormais entendre que la mission pourrait avoir lieu dès 2028.

ATTEINDRE LA LUNE GARDE UNE VALEUR DE « SOFT POWER »

La guerre économique entre Washington et Pékin va-t-elle se doubler d'un affrontement au niveau du « *soft power* » technologique avec la Lune en ligne de mire ? La Chine, qui a toujours envisagé son programme lunaire comme une avancée inexorable plutôt que comme une course contre les États-Unis, pourrait infléchir sa politique afin de profiter des difficultés dans lesquelles s'est empêtrée la Nasa avec le programme Artemis.

LA NASA PRÉPARE TOUJOURS ARTEMIS 2

Après le succès de son premier vol inhabité le 16 novembre 2022 (cf. AS n°159), le deuxième exemplaire du lanceur lunaire géant SLS est en cours d'intégration à Cape Canaveral pour un vol Artemis 2, avec équipage, prévu en avril 2026. Sauf surprise, il devrait marquer le retour des humains autour de la Lune : trois astronautes de la Nasa et un de l'Agence spatiale canadienne devraient rejoindre l'orbite de la future station spatiale Gateway.

Les éléments du troisième lanceur sont eux aussi en cours de préparation pour une mission Artemis 3, vers la mi-2027. Celle-là vise un débarquement lunaire, mais reste hautement incertaine du fait du manque de visibilité sur la disponibilité d'un module lunaire HLS (Human Landing System) ●●●

La capsule Mengzhou et l'atterrisseur Lyanue, un petit air d'Apollo plus d'un demi-siècle plus tard.

CNSA



Le site de lancement du CZ-10 à Wenchang en cours de construction fin 2024.

DR

●●● dûment qualifié. Dans le scénario actuel, celui-ci reste un dérivé du Starship de SpaceX, dont le développement accumule les retards.

En 24 mois, SpaceX doit réussir à démontrer que le Starship, dans ses versions Block 2 puis Block 3, peut atteindre l'orbite et en revenir sans risque, est réutilisable, peut voler à forte cadence et peut réaliser des rendez-vous orbitaux et des transferts massifs d'ergols cryotechniques. Il lui faudra ensuite tester le stockage, sur la durée, d'ergols cryotechniques sur orbite pour le ravitaillement du HLS afin qu'il puisse atteindre la Lune. Enfin, il lui faudra démontrer sa capacité à poser ce vaisseau de 50 m de haut sur un terrain lunaire irrégulier, et à l'en faire redécoller.

Lorsque la Nasa a attribué le développement du HLS (Human Landing System) à SpaceX en avril 2021 (cf. AS n°123), le Starship devait atteindre l'orbite terrestre début 2022 et commencer les essais de transferts d'ergols dans l'espace six mois plus tard. Selon le calendrier de la Nasa, il devait avoir démontré une capacité de vol de longue durée début 2023 et un premier alunissage à vide était annoncé pour la fin de l'année afin de décrocher une certi-

LA NASA SEMBLE INCAPABLE DE TENIR SON CALENDRIER

fication au début de 2024. La mission Artemis 3 était alors prévue pour la fin de 2024.

LA CHINE AVANCE DISCRÈTEMENT

Le programme lunaire chinois, de son côté, se base sur un triptyque relativement simple : le lanceur Chang Zheng 10, la capsule Mengzhou et le module lunaire Lanyue. Pour le moment, seul un prototype de la capsule a été testé sur orbite en mai 2020 (cf. AS n°102).

À Wenchang, sur l'île de Hainan, le site de lancement du CZ-10 sort de terre, tandis que le développement du lanceur lui-même progresse en coulisses. Peu d'informations sont dis-

ponibles sur les avancées. Tout juste sait-on qu'un essai à feu du bâti moteur de l'étage principal, avec trois de ses sept moteurs YF-100K de 1 250kN chacun, a été réalisé avec succès le 14 juin 2024. Cette évolution du moteur YF-100, fonctionnant au kérosène et à l'oxygène liquide, qui équipe les accélérateurs latéraux des CZ-5 ainsi que le corps central des CZ-6, 7 et 8, a également effectué son premier vol sur l'étage central du CZ-12 le 30 novembre dernier. La coiffe de 5 m de diamètre avait été testée dix jours plus tôt.

Le 29 octobre, le CMSEO (China Manned Space Engineering Office) avait aussi annoncé le succès d'un essai de largage en altitude de la capsule Mengzhou, ainsi que celui d'un essai de sé-

paration avec l'atterrisseur Lanyue. Les premières images de ce dernier ont commencé à « fuiter » vers la même époque. Le scaphandre lunaire Wangyu a également été présenté, ainsi que des illustrations de l'astromobile Tansuo qu'utiliseront les astronautes chinois pour se déplacer.

DÉBARQUER SUR LA LUNE EN CINQ VOLS

Selon une présentation officielle du programme CLÉP (Chinese Lunar Exploration Program), dont quelques planches sont apparues mi-avril sur

UNE SUCCESSION D'ESSAIS RÉUSSIS POUR LES SYSTÈMES

le réseau social chinois Weibo, le calendrier du programme lunaire chinois serait désormais très agressif. Le premier vol (Y1) du CZ-10 pourrait avoir lieu dès la fin de 2026 ou au début de 2027.

Les deuxième et troisième vols (Y2 et Y3) interviendraient un an plus tard, pour lancer respectivement l'atterrisseur Lanyue et la capsule Mengzhou, tous les deux sans équipage, sur une trajectoire translunaire. Il s'agirait alors d'effectuer un rendez-vous sur orbite lunaire puis une répétition en automatique de la mission habitée, ●●●

DR



L'atterrisseur chinois Lanyue, en cours d'essai.

BLUE MOON

UN JOKER FACE À LA CHINE

L'agressivité du programme chinois pourrait jouer en faveur du programme américain Artemis, car il serait difficile pour les États-Unis de rivaliser avec un programme alternatif si le SLS et la station Gateway étaient annulés (cf. AS n°211). Le développement d'un HLS alternatif avec le Blue Moon Mk2 de Blue Origin vise actuellement un premier alunissage inhabité de cette version fin 2028 (cf. AS n°171).

Les technologies du Blue Moon Mk2 (notamment pour le stockage des ergols cryotechniques) devraient être démontrées à l'aide du prototype Blue Moon Mk1, dont le premier vol est prévu sur New Glenn en août prochain. Blue Origin a reçu un contrat de 6,1 M\$ en juillet dernier, dans le cadre du programme CLPS (Commercial Lunar Payload Services), pour que ce premier Blue Moon emporte la charge Scalps (Stereo Cameras for Lunar Plume Surface Studies). Cet ensemble de quatre caméras doit observer les interactions entre le flux des moteurs et la poussière de régolite à la surface de la Lune lors de l'alunissage. La région visée sera également au voisinage du pôle sud lunaire.



Maquette du lanceur CZ-10 avec la capsule Mengzhou.

DR

●●● avec alunissage, redécollage, second rendez-vous sur orbite, puis retour vers la Terre.

En cas de succès, et sans plus de répétitions, les missions Y4 et Y5 permettraient de réaliser l'équivalent d'une mission lunaire Apollo (plus proche d'Apollo 15 que d'Apollo 11 grâce au rover Tansuo), avec deux astronautes débarquant à la surface tandis que le troisième resterait sur orbite à bord de la capsule.

Avant cela, la capsule Mengzhou devrait avoir été testée sur orbite terrestre. Elle serait à cette occasion lancée par la version « légère » du CZ-10, le CZ-10A (plus court et sans accélérateurs latéraux), qui doit voler dès 2026. Cette mission, équivalente à Apollo 7 mais avec un amarrage à la station spatiale chinoise Tiangong 3, pourrait s'accompagner d'un essai sur orbite ter-

restre de Lanyue. Celui-ci pourrait être testé seul, comme le module lunaire d'Apollo l'avait été lors du vol Apollo 6, ou bien en conjonction avec une capsule Mengzhou habitée, comme lors de la mission Apollo 9.

LA CHINE AU PÔLE SUD LUNAIRE ELLE AUSSI

Reste à savoir si la Chine visera le pôle sud lunaire dès son premier alunissage piloté ou tentera l'opération en premier dans une zone moins difficile, plus proche de l'équateur lunaire.

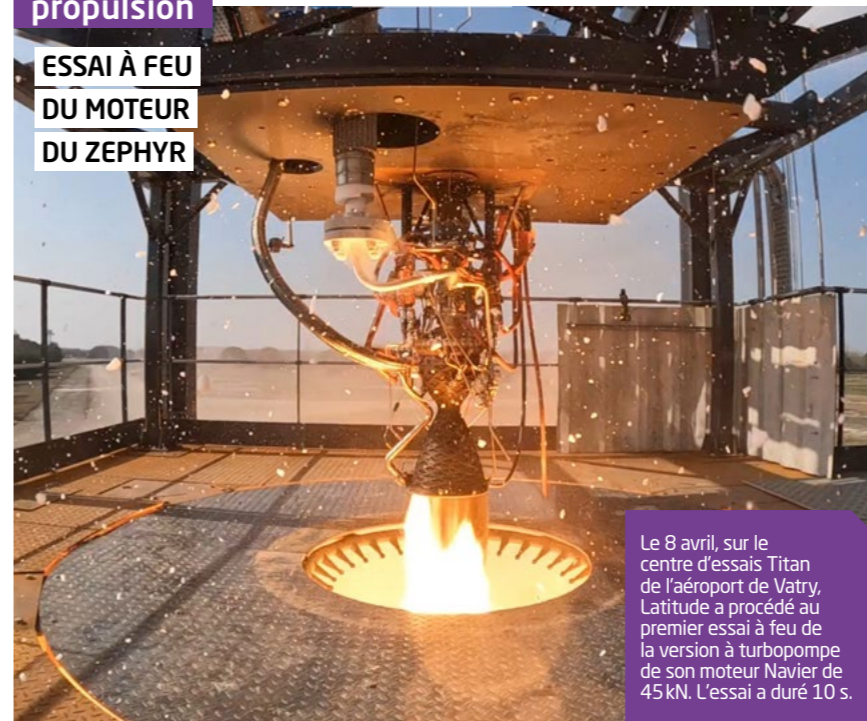
DEUX MISSIONS ROBOTIQUES CHANG'E SONT AUSSI PRÉVUES

Deux missions automatiques, Chang'e 7 et 8, doivent en effet être lancées en 2026 et 2028 à destination du pôle sud lunaire, en préparation à l'installation sur place d'une future base lunaire. Il s'agira notamment de confirmer la maîtrise des technologies chinoises d'alunissage (100% de succès en quatre tentatives) dans les conditions plus difficiles des régions polaires : relief important, lumières rasantes, grandes zones d'ombres.

Chang'e 7 déploiera un astromobile. Chang'e 8 ajoutera à son propre astromobile un « véhicule bondissant » et mènera sur place une expérimentation d'extraction de composés chimiques du régolite. Elle devrait aussi tester des technologies d'impression 3D en préparation d'une future utilisation des ressources locales pour l'exploration (ISRU : In-Situ Resources Utilization). ●

propulsion

ESSAI À FEU DU MOTEUR DU ZEPHYR



Le 8 avril, sur le centre d'essais Titan de l'aéroport de Vatry, Latitude a procédé au premier essai à feu de la version à turbopompe de son moteur Navier de 45 kN. L'essai a duré 10 s.

Latitude

financement

UN PRÊT DE 1 MDE POUR PAZ 2

La pérennité de la capacité espagnole d'imagerie radar à haute résolution passera par le remplacement du satellite radar espagnol Paz, lancé en février 2018 (cf. AS n°50) et exploité par Hisdesat. L'opérateur commercial des satellites de défense n'ayant pas les moyens de financer cet investissement seul, le 15 avril le gouvernement espagnol vient de lui accorder un prêt de 1,012 Md€ sur la période 2025-2032, pour la réalisation et la mise sur orbite de deux satellites Paz 2. Un premier versement de 76 M€ est prévu cette année et les enveloppes annuelles progresseront jusqu'à atteindre 272 M€ en 2029, année prévue de la mise sur orbite des satellites.

Hisdesat est détenu à 30% par le ministère de la Défense au travers d'Isdefe (Ingeniería de Sistemas para la Defensa de España), et à 43% par l'opérateur national Hispasat. En février, l'équipementier de défense Indra Sistemas, détenu à 28% par l'État, a signé un accord pour le rachat de 89,68% du capital d'Hispasat à Redeia pour 725 M€. La transaction doit encore être approuvée par les autorités réglementaires. Indra détenait déjà directement 7% d'Hisdesat, aux côtés d'Airbus (15%) et Sener (5%). Isdefe prévoit de céder 0,1% à Indra pour que l'industriel puisse devenir actionnaire majoritaire.

Développé par Airbus Defence & Space sur la base des satellites allemands TerraSAR X et TanDEM X, le premier Paz est utilisé par le gouvernement pour le renseignement, la surveillance des frontières, la veille environnementale et la gestion des crises. Paz 2 devrait offrir des « capacités améliorées ». ●

premier vol

RFA EN VERSION MINI

Après l'échec du Spectrum d'Isar Aerospace le 30 mars (cf. AS n°214), Rocket Factory Augsburg se remet en « pole position » pour être la première société privée européenne à atteindre l'orbite. Pour son premier vol, en fin d'année, elle prévoit d'utiliser une version raccourcie de son lanceur RFA One, avec une capacité d'emport limitée à 500 kg au lieu de 1,3 t sur orbite héliosynchrone. Le tir est toujours prévu de la base de SaxaVord dans les Shetland. ●

radioastronomie

CONSTELLATION LUNAIRE

L'agence spatiale italienne ASI a confié à la filiale italienne de la start-up britannique Blue Skies Space le développement de la constellation RadioLuna qui constituera un radiotélescope modulaire à haute résolution angulaire. Sur orbite autour de la Lune, elle profitera de celle-ci pour occulter les signaux en provenance de la Terre afin d'étudier les rayonnements des « âges sombres » entre le fond diffus cosmologique et la naissance des premières étoiles. Les satellites - des cubesats 8U - seront réalisés par OHB Italia sur la base de sa plateforme M3 (Multi Mission Microsatellite). ●

amarrages

DOUBLE SUCCÈS DE SPADEX

Les démonstrateurs Spadex (Space Docking Experiment) de l'agence spatiale indienne Isro ont réussi un nouvel amarrage autonome le 21 avril. Les deux satellites de 220kg, lancés le 30 décembre, étaient déjà parvenus à effectuer un premier amarrage le 16 janvier (cf AS n°208). De nouveaux séparés le 13 mars pour cette dernière tentative. La maîtrise de cette technologie sera cruciale pour le retour d'échantillons lunaires de la mission Chandrayaan 4 et pour les vols habités. ●

ESSAI À FEU EN GUYANE



S. Martin - ESA - Cnes - Optique CSG

LE P160C VA SECOUER KOUROU

Alors que nous bouclons ce numéro, le premier essai à feu du moteur P160C d'Europropulsion - co-entreprise à parité entre ArianeGroup et Avio - est prévu pour le 24 avril, entre 15h00 et 19h00 TU, sous réserve de conditions météorologiques favorables, notamment la vitesse et la direction du vent et les risques de précipitations. Chargé de 157 t de propergol solide par Regulus - co-entreprise d'Avio (60%) et ArianeGroup (40) - dans l'UPG (Usine de propergol de Guyane), il s'agit du plus gros propulseur solide monobloc à enveloppe composite jamais développé. Il a été installé sur le BEAP (Banc d'essai des étages à poudre) au centre spatial guyanais où ont été testés avant lui les moteurs P230 et P240 d'Ariane 5, P80FW de Vega et P120C de Vega C et Ariane 6. Comme ces derniers, il devrait afficher une durée de combustion de 140 s. Plus long de 1 m que le P120C, le P160C doit équiper les futures évolutions de Vega, avec le Vega C+ et le Vega E, mais aussi d'Ariane 6, notamment pour seize des dix-huit lancements commandés par Amazon pour le déploiement de sa constellation Kuiper.



S. Martin - ESA - Cnes - Optique CSG

ACES

L'HORLOGE SPATIALE PHARAO EN ROUTE VERS L'ISS

La charge scientifique Aces de l'ESA a été lancée vers la Station spatiale internationale à bord d'un cargo Dragon 2. Elle emporte à son bord l'horloge française Pharaos, la plus précise jamais mise sur orbite.

↳ STEFAN BARENSKY



Aces dans la soute du Dragon 2.

SpaceX

AU SOMMAIRE

- 42 L'HORLOGE PHARAO EN ROUTE VERS L'ISS
- 46 L'ÉTRANGE VOL DU MODULE PHOENIX 1

Il aura fallu trente-deux ans pour passer du concept à la réalisation et à la mise sur orbite. L'horloge Pharaos (Projet d'Horloge Atomique à Refroidissement d'Atomes en Orbite) du Cnes, intégrée dans la charge Aces (Atomic Clock Ensemble in Space), a décollé de Cape Canaveral le 21 avril à 08h 15 TU. Elle doit rejoindre la Station spatiale internationale (ISS) dans la soute arrière d'une capsule cargo Dragon 2 de SpaceX.

La charge Aces doit être extraite de l'arrière du cargo par le bras télémanipulateur Canadarm2 le 25 avril. Il l'installera alors sur une des plateformes externes du module européen Columbus. Deux centres de contrôle seront à la manœuvre sur Terre pour exploiter Aces durant sa mission de 30 mois : le Cadmos (Centre d'aide au développement des activités en micropesanteur et des opérations spatiales) du Cnes à Toulouse, et le

Col-CC (Columbus Control Center) du DLR à Oberpfaffenhofen.

L'ALLIANCE DE DEUX HORLOGES EUROPÉENNES

Cette charge de 227 kg a été développée par Airbus Defence & Space à Friedrichshafen, en Allemagne, dans le cadre d'un contrat attribué en 1997. À son bord se trouvent deux horloges : Pharaos, développée à Toulouse par le Cnes avec le LTE (Laboratoire Temps

Espace) de l'Observatoire de Paris, et SMH (Space Hydrogen Maser), un maser à hydrogène développé par Safran Timing Technologies (anciennement

UNE HORLOGE SUISSE ACCOMPAGNE PHARAO SUR ORBITE

Spectracom puis Orolia), à Neuchâtel, en Suisse.

Ces deux horloges sont les plus précises jamais lancées dans l'espace, ce qui va permettre de poursuivre une double mission. D'une part, il s'agira de synchroniser plus efficacement les horloges atomiques les plus précises à la surface de la Terre. D'autre part, Aces doit permettre de mesurer les effets relativistes de la masse de la Terre sur l'écoulement du



Les horloges Pharao et SMH dans la structure de la charge Aces.

SMH

PHARAO

S. Corvaja - ESA

RÉFÉRENCE

PHARAO VA PRÉCISER LA DURÉE DE LA SECONDE

La seconde est l'unité de base à laquelle sont reliées toutes les autres unités du système international (SI). Pour mémoire, depuis 1967, elle est définie comme égale à 9192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133 non perturbé. Depuis 1997, la définition précise qu'il doit s'agir d'un atome de césium à la température de 0 K (-273,16 °C). Avec les moyens actuels au sol, la précision de la mesure de cette durée est de l'ordre de 10⁻¹⁴. Les conditions de micropesanteur à bord d'Aces permettront d'accroître la durée d'observation des atomes de césium refroidis de Pharao, et par conséquent de repousser ce niveau de précision jusqu'à 10⁻¹⁵. À terme, les travaux menés sur Aces pourraient même permettre de déterminer une définition encore plus précise de la seconde.

●●● temps avec une précision dix à cent fois meilleure que tout ce qui a été accompli jusque-là. Imaginée dès le début des années 1990, au moment où les grandes lignes du programme ISS prenaient forme, Pharao est la première horloge à atomes froids à voler sur orbite. D'une masse de 96 kg, elle met en œuvre sur des atomes de césium le principe de manipulation et de refroidissement d'atomes par laser, dont la découverte a valu le prix Nobel de physique à Claude Cohen-Tannoudji, en 1997. Le SMH, lui, affiche une précision dix fois supérieure aux masers à hydrogène – également fournis par Safran Timing Tech-

LA RELATIVITÉ D'EINSTEIN DE NOUVEAU MISE À L'ÉPREUVE

nologies – qui équipent les satellites Galileo et de leurs équivalents sur le système américain GPS. À ce jour, ce sont eux qui donnent la référence de temps pour synchroniser les horloges atomiques au sol. **UN TEMPS DE RÉFÉRENCE POUR LA SCIENCE AU SOL** À bord de Aces, la combinaison entre la précision sur le long terme de Pharao et la stabilité sur le court terme de SMH permet de créer un signal ultra-stable et ultra-précis, qui ne devrait dévier que de l'ordre d'une seconde tous les 300 millions d'années. Ce signal sera émis vers le sol en bandes Ku et S, ainsi que par laser pour discriminer et éliminer les décalages liés

au mode de transfert et aux perturbations atmosphériques. Les horloges au sol se caleront sur ce signal de référence pour se synchroniser entre elles, de proche en proche, quand elles seront simultanément en visibilité de l'ISS.

Ce niveau de précision sans précédent aura des conséquences sur différents domaines de recherche, tels que la relativité générale ou la métrologie de la mesure du temps (cf. encadré p. 44), mais aussi la théorie des cordes ou l'interférométrie à très longue base.

En tout, le programme Aces aura coûté 130 M€, sans compter le lancement, pris en charge au sein du troc entre l'ESA et la Nasa pour le paiement « en nature » des charges de l'ISS via la livraison de modules de service européens pour les capsules Orion. ●



SpaceX

La capsule Dragon 2 porteuse d'Aces.

DÉVELOPPEMENT

PATIENCE ET LONGUEUR DE TEMPS

Le développement de Aces n'a rien eu de simple, ce qui explique sa durée inhabituelle. Le développement de l'horloge Pharao représentait un défi technologique de premier ordre. Pour garantir la qualité de la mesure, il a fallu réaliser des tubes à vide en titane, avec des joints en acier et des hublots en silice pour les lasers. La réalisation du banc optique était particulièrement complexe, avec des positionnements au micron près, le tout devant rester stable malgré les basses fréquences auxquelles il serait soumis au lancement. Dans un premier temps, le contrat a été suspendu après la livraison du modèle d'ingénierie, se souvient Didier Massonnet, chef de projet Pharao au Cnes. « Le Cnes avait estimé que l'horloge n'était tout simplement pas faisable en l'état. Finalement, nous avons réussi à réduire certaines des contraintes sans affecter les objectifs de performances », explique-t-il. Pharao a été assemblée et testée en 2014. « Malgré les délais, personne n'était parvenu [à ce niveau de performances] avant nous, et personne n'y est parvenu depuis. » L'intégration dans Aces a elle aussi pris du temps et beaucoup d'essais au sol. L'environnement des deux horloges a dû être protégé des perturbations thermiques et magnétiques, y compris pendant leur transfert vers le site de lancement. Un blindage magnétique spécial a même été développé pour Pharao. En outre, Aces devait initialement embarquer sur la navette spatiale, puis sur un H-2B japonais à bord d'un cargo HTV, avant d'être transféré sur un Falcon 9 avec la capsule Dragon 2. Pour chaque lanceur, il a fallu requalifier la charge au nouvel environnement.

BOUCLIER GONFLABLE

L'ÉTRANGE VOL

DU MODULE PHOENIX 1

La *start-up* allemande Atmos Space Cargo a lancé son démonstrateur de module récupérable Phoenix 1 sur un vol mutualisé de SpaceX. La mission est présentée comme un succès qui reste à confirmer.

STEFAN BARENSKY

La mission mutualisée Bandwagon 3, de SpaceX, a décollé de Cape Canaveral sur un Falcon 9, le 22 avril à 00 h 48 TU, avec une charge utile bien plus réduite qu'initialement annoncé (cf. fiche de mission). En fait, seuls trois passagers étaient à bord : un satellite radar sud-coréen développé par Thales Alenia Space,

Korean Aerospace Industries (KAI) et Hanwha Systems (cf. AS n°191), un cubesat 6U et le démonstrateur Phoenix 1 de la *start-up* allemande Atmos Space Cargo. Au total cela ne représentait qu'une masse utile d'un peu plus de 1 t, vers une orbite sur laquelle le Falcon 9 peut théoriquement placer quelque 20 t.

FICHE DE MISSION

FALCON 9 - BANDWAGON 3

Décollage le 22 avril à 00 h 48 TU du complexe LC-40 de Cape Canaveral en Floride (États-Unis).

Charge utile : Korsat 3 (425 Project F4) (5 162 kg), **Phoenix 1** (250 kg), **Tomorrow S7** (12 kg).

Orbite initiale : Basse (570 x 588 km, 45,4°). Plusieurs autres charges avaient été annoncées sur ce vol : un démonstrateur technologique de Vast, un duo de satellites radar de Capella Space, un trio de microsatsellites d'écoute de HawkEye³⁶⁰ et un second cubesat Tomorrow.

Phoenix 1 est un démonstrateur de 250 kg, représentatif d'un petit module cargo doté d'un bouclier thermique gonflable pour revenir dans l'atmosphère. Pour ce premier vol, il devait emporter des expériences du DLR, et des sociétés de biotechnologie IDDK au Japon et Frontier Space au Royaume-Uni. En partenariat avec l'Imperial College de Londres, le Britannique a fourni pour l'occasion l'expérience Eggs 1 (Early Gen microGravity Service), de la taille d'un cubesat 1,2U (1 200 cm³), pour tester les systèmes de son futur « laboratoire en boîte » SpaceLab Mk1. Une quatrième expérience, pour un client non identifié, était également à bord.

Dépourvu de propulsion propre, le module Phoenix 1 n'a pas été séparé sur orbite, mais uniquement après que l'étage supérieur du Falcon 9 a effectué sa manœuvre de désorbitation. Il s'est alors désolidarisé de l'étage sur sa propre trajectoire de rentrée et a gonflé son bouclier thermique de 6 m de diamètre. Grâce à sa couche supérieure composée d'une toile de fibres céramiques en aluminosilicate, ce bouclier est conçu pour résister à des températures de plus de 1 000°C. ●●●

Ce qui était prévu : vue d'artiste de la rentrée dans l'atmosphère de Phoenix 1.

Atmos Space Cargo

Largage de Phoenix 1.



SpaceX

●●● CHANGEMENT DE PLAN DE VOL

Initialement, il était prévu que l'étage du Falcon 9 manœuvre lors de la seconde orbite, ce qui aurait permis une retombée de Phoenix 1 dans l'océan Indien, au large de la Réunion. Des stations de suivi avaient été déployées au sol en Afrique et à Maurice. Toutefois, SpaceX a changé ses plans au dernier moment, avançant la désorbitation à la première orbite, pour une rentrée au-dessus de l'Atlantique, à 2 000 km des côtes brésiliennes. Pire, le nouvel angle de rentrée dépassait celui calculé pour Phoenix 1, réduisant drastiquement ses chances de survie.

Aucune récupération du démonstrateur ne semble avoir été envisagée par Atmos qui s'était fixé des objectifs limités pour ce premier vol : renseigner le comportement du module sur orbite, récupérer des données scientifiques des expériences embarquées et confirmer le déploiement et la stabilisation du bouclier thermique gonflable. Pour engran-

AUCUNE RÉCUPÉRATION N'ÉTAIT PRÉVUE POUR PHOENIX 1

ger un maximum d'informations, un avion loué par Atmos devait suivre la rentrée de Phoenix 1 sur l'Atlantique. Malheureusement, celle-ci a eu lieu 500 km plus loin que prévu et n'a pas pu être observée.

Après la mission, Atmos a gardé un silence de plusieurs heures avant d'annoncer, « un grand succès », selon les mots de son P-DG Sebastian Klaus, qui n'a parlé qu'à quelques journalistes. Aucune communication officielle n'a été émise, ni sur le site de la *start-up*, ni sur ses réseaux sociaux pendant plus de 24 heures. Finalement un communiqué a été publié le 23 avril au soir, reprenant les annonces de Sebastian Klaus sans ajouter de détail chiffré.

Il semble donc que des télémesures et des données scientifiques aient été récoltées et que le bouclier se soit déployé. Une analyse plus poussée des informations collectées serait encore nécessaire pour vérifier si tout s'est passé comme prévu.

PHOENIX 2 VOLERA EN 2026

Atmos Space Cargo a été fondée en 2021 à Lichtenau, dans le Bade-Wurtemberg, entre Strasbourg et Baden-Baden. La *start-up* s'est donnée pour objectif de développer des moyens logistiques pour des missions

UNE AIDE EUROPÉENNE DE 13,1 M€ POUR PHOENIX 2

en micropesanteur « de trois heures à trois mois ». Entre juin 2023 et février 2024, elle a levé 5,3 M€ avec OTB Ventures et Amadeus Apex Technology Fund.

Le 17 avril, Atmos a levé 1 M€ de la société de capital-risque Match VC de Stuttgart et reçu une aide de

13,1 M€ de la Commission européenne via l'EIC (European Innovation Council), pour préparer le programme Phoenix 2, qui comprendra deux vols de démonstrateurs en 2026. Atmos revendique également des contrats pour sept missions commerciales à partir de 2027.

En novembre dernier, Atmos Space Cargo a signé un accord avec la *start-up* champenoise Latitude qui prévoit cinq vols par an de son microlanceur Zephyr, de 2028 à 2032, pour mettre sur une orbite à très basse altitude (VLEO : Very Low Earth Orbit) des modules récupérables de recherche en micropesanteur. ●

Atmos Space Cargo

PRÉCÉDENTS

LA SAGA DES BOUCLIERS GONFLABLES

La technologie des boucliers déployables avait été étudiée auparavant par NPO Lavotchkine en Union soviétique puis en Russie. Des décélérateurs gonflables équipaient les pénétrateurs de la sonde martienne Mars 96, perdue au lancement. Une expérimentation organisée avec Astrium (aujourd'hui ArianeGroup) avait été organisée sur un des vols de démonstration du Soyouz 2/Fregat, le 8 février 2000.

Un démonstrateur s'est déployé à 2,3 m de diamètre et devait s'élargir à 3,8 m pour accroître le freinage aérodynamique après la rentrée atmosphérique. Cette seconde extension a échoué, mais le démonstrateur a pu être récupéré avec succès. Un démonstrateur de 14 m de diamètre devait servir à récupérer l'étage Fregat mais n'a apparemment pas fonctionné. D'autres démonstrations ont été tentées sur des missiles Volna en 2002 (échec du lancement) et 2005 (échec de la récupération).

Le 10 novembre 2022, la Nasa a récupéré son propre démonstrateur, Loftid (Low-Earth Orbit Flight Test of an Inflatable Decelerator), de 6 m de diamètre pour une masse de 1,2 t, mis sur orbite par un Atlas 5 (cf. AS n°159).



Phoenix 1 en préparation chez Atmos Space Cargo.

55^e **16-22** INTERNATIONAL
JUN **PARIS AIR SHOW**
2025 SALON INTERNATIONAL
DE L'AÉRONAUTIQUE ET DE L'ESPACE
PARIS • LE BOURGET

Where
THE FUTURE OF
AEROSPACE
MEETS*

SCANNEZ ICI
POUR RESERVER
VOS BADGES



Le Salon International de l'Aéronautique et de l'Espace revient pour une édition exceptionnelle.

Du 16 au 22 juin 2025, embarquez pour une expérience unique au cœur de l'innovation aéronautique et spatiale.

Explorez les technologies de demain, rencontrez les acteurs clés du secteur, développez votre réseau et propulsez votre entreprise vers de nouveaux horizons !

Un événement
GIFAS

siae.fr

*Où le futur de l'aéronautique et du spatial se rencontre.

AVRIL

- 25 → Résultats annuels de Mitsubishi Electric et Sky Perfect JSAT.
- 25 → Résultats semestriels de Moog.
- 25 → Résultats trimestriels de China Spacesat, Optron, Saab et Safran.
- 28 → Élections fédérales canadiennes.
- 28 → Assemblée générale de Xi'an Aircraft.
- 28 → Résultats trimestriels de Hexcel et Xi'an Aircraft.
- 29 → Assemblée générale d'Embraer.
- 29 → Résultats trimestriels d'Aselsan.
- 30 → Assemblée générale d'Avio.
- 30 → Résultats trimestriels d'Airbus, Indosat, SES et Spirit AeroSystems.

MAI

- 1^{er} → Assemblées générales de Bombardier, Rolls-Royce et RTX.
- 1^{er} → Résultats trimestriels de Bombardier, Globalstar, Gogo et Sirius XM.
- 2 → Assemblée générale d'Echostar.
- 3 → Ouverture de l'exposition universelle à Osaka.
- 5 → Remise des candidatures à l'European Launcher Challenge.
- 5 → Résultats trimestriels de MTU.
- 6 → Assemblée générale de GE.
- 6 → Résultats trimestriels d'Embraer.
- 7 → Résultats annuels d'IHI et Softbank.
- 7 → Résultats trimestriels d'Echostar, OHB, ShinMaywa et Yahsat.
- 8 → Résultats trimestriels de Leonardo.
- 9 → Assemblée générale de Lockheed Martin.
- 9 → Résultats trimestriels de Kawasaki HI, Kongsberg et Mitsubishi HI.
- 12 → Réunion des actionnaires de Leonardo.
- 13 → Résultats trimestriels d'Avio, Thaicom et Virgin Galactic.
- 14 → Assemblée générale d'Iridium.
- 15 → Résultats trimestriels d'Eutelsat.
- 16 → Assemblée générale de Dassault Aviation.
- 18 → Élections législatives anticipées au Portugal.
- 19 → Résultats trimestriels de LigNex1 et KAI.
- 20 → Résultats trimestriels d'Hanwha Aerospace, Satrec Initiative et ST Engineering.
- 21 → Assemblée générale de Northrop Grumman.

Retrouvez l'agenda complet sur www.aerospatium.info

2025

ARCHER VISE NEW YORK ET LA CERTIFICATION

Le constructeur de l'eVTOL Midnight a lancé les études pour ouvrir des lignes aériennes entre les aéroports de New York et Manhattan, comme il le prévoit déjà à San Francisco et Los Angeles.

L'entreprise californienne Archer accélère ses développements. L'an passé, le constructeur du Midnight a obtenu de la FAA (Federal Aviation Administration) les certifications de transporteur aérien (part 135) et de maintenance (part 145). Cela doit lui permettre de commencer des opérations aériennes et d'affiner ses besoins et ses outils en utilisant des appareils conventionnels déjà certifiés.

Cette étape est importante pour le futur avionneur, car, pour le moment, aucun autre appareil ne propose des vols à basse altitude et en zone urbaine ailleurs qu'en Chine avec l'Ehang (cf. AS N°214).

En accordant cette certification, la FAA permet donc à Archer de mettre au point les éléments techniques qui seront indispensables à la sécurité des vols dans ce domaine, et aideront certainement la FAA à affiner également sa réglementation dans ce domaine, ouvrant la voie à un nouveau marché.

Le constructeur pourra aussi, grâce à ces certifications, commencer ses opérations dès que son appareil, le

Midnight, aura obtenu sa certification définitive.

Pour l'instant, l'aéronef, un taxi volant électrique disposant d'une voilure haute et propulsé par douze rotors, dont six (à l'avant des ailes) sont basculants, attend encore sa certification de type. Il faudra également qu'Archer obtienne

sa certification de constructeur aérien pour pouvoir exploiter ses appareils.

En attendant, il développe les partenariats pour développer les infrastructures et les routes aériennes qui permettront les opérations commerciales. Abou

Dhabi sera le client de lancement du Midnight, alors que des opérations devraient se lancer sous peu en Californie. Ce sont désormais les autorités du Port de New York (qui gère les aéroports de la ville) qui s'intéressent à Archer. Celui-ci promet des trajets aériens de 5 à 15 minutes pour relier Manhattan aux plateformes aéroportuaires, au lieu de deux heures en voiture.

Archer est soutenu financièrement par le Pentagone qui a investi 300 M\$ pour développer des capacités aériennes de défense dont on ne sait encore rien.



Archer

NOMINATIONS

KINEIS – La constellation de l'Internet des objets a une nouvelle patronne. **Laurence Delpy** a été nommée P-DG de l'opérateur toulousain. Elle occupait jusqu'à présent le poste de présidente de la branche Vidéo chez Eutelsat Group et était auparavant vice-présidente Mobile Networks chez Nokia en Asie.



Elle va devoir accompagner la croissance commerciale de l'entreprise. La prochaine étape sera l'ouverture des services commerciaux le 1^{er} juin 2025. D'ici la fin de l'année, Kinéis prévoit d'atteindre le seuil de rentabilité, et de dépasser les 20M€ de chiffre d'affaires dès 2026. Laurence Delpy succède à **Alexandre Tisserant**, fondateur de l'entreprise aux côtés du Cnes. Parti en fin d'année dernière. Il avait réussi à porter à bout de bras la *start-up*, et à la faire décoller en récoltant 100M€ pour lancer l'activité.

RFA – L'entreprise de lanceurs allemande RFA s'est choisie un nouveau président exécutif. Le

poste revient à **Indulis Kalnins**, qui remplace **Stefan Tweraser**. Indulis Kalnins était jusqu'à présent professeur, enseignant les sciences appliquées à l'école d'enseignement supérieur de Brême. Cet ingénieur a publié quelques articles de recherche sur des applications spatiales et travaillait depuis quelques temps déjà avec RFA. Venant de Brême, il connaît certainement très bien la direction de OHB, qui est le principal actionnaire de RFA. Il remplace une personnalité surprenante, puisque Stefan Tweraser avait été responsable commercial de Google Deutschland et fait un passage chez l'entreprise française de *streaming* Deezer. RFA vient d'obtenir l'autorisation des autorités britanniques pour lancer son nouveau lanceur RFA One. Le président du conseil de surveillance de RFA est l'ancien directeur générale de l'ESA **Jean-Jacques Dordain**.

PRATT&WHITNEY – Le motoriste a nommé **Ashish Saraf** comme président de ses activités en Inde. Ingénieur, diplômé de plusieurs universités indiennes, américaines et britanniques, il était depuis 2021 responsable de toutes les activités de Thales dans le pays. Il avait auparavant travaillé pour tous les grands noms du secteur : Airbus, Sikorsky, Dassault Systems et Deloitte. C'est donc une très belle prise pour P&W, qui veut augmenter son empreinte dans le pays, où elle compte 800 salariés pour le moment, et où 600 de ses moteurs sont en activité.

MAI

6-8 → MASS (Marché Africain des Solutions Spatiales), 1^{ère} édition du marché africain pour la promotion des avancées technologiques et la collaboration dans le domaine spatial, organisé par l'Union africaine, l'agence spatiale africaine AfSA et OTIF, à Abidjan (Côte d'Ivoire). mass.ci

7-9 → GLEX2025 (Global Space Exploration Conference), conférence internationale sur les programmes d'exploration spatiale, organisée par la Fédération internationale d'astronautique (IAF) avec l'agence spatiale indienne Isro, à New Delhi (Inde). glex2025.org

15-18 → Toulouse Space Festival, 2^e édition du salon de l'écosystème spatial, regroupant industriels, grandes écoles et associations, organisé par Toulouse Events et Advanced Business Events, au MEET, à Toulouse (France). touloussespacefestival.com

20-22 → EBACE 2025, convention et exposition annuelles de l'aviation d'affaires en Europe, organisée par l'EBAA (European Business Aviation Association) à Genève (Suisse). ebace.aero

20-22 → Space Meetings Veneto, ensemble de quatre forums, sur les investissements dans le spatial et l'aéronautique, sur l'espace et drone, sur l'espace et sport, espace et agriculture, organisé par ABE et BCI Aerospace à Venise (Italie). spacemeetingsveneto.com

27-28 → Small Satellite Europe 2025, conférence sur le secteur des petits satellites, à Amsterdam (Pays-Bas). smallsat.org

JUIN

11-14 → Vivatech 2025, 9^e édition du salon des *start-up* et des nouvelles technologies organisée par les groupes Publicis, *Les Échos* et *Le Parisien*, à Paris (France). vivatech.com

13 → Paris Air Forum 2025, 12^e édition du forum des secteurs aéronautique, défense et spatial, organisé par le groupe ADP, *La Tribune* et Forum Media à Paris (France). parisairforum.fr

Retrouvez l'agenda complet sur www.aerospatium.info



LES PROCHAINS LANCEMENTS SPATIAUX

Dates et heures en Temps Universel (TU).



Transfert du lanceur CZ-2F porteur de Shenzhou 20.

CNSA

24.04 09h17

JIUQUAN (CHINE)

CHANG ZHENG 2F/G - Y20

Lancement du neuvième équipage de la station spatiale chinoise Tiangong avec la mise sur orbite du vaisseau **Shenzhou 20**, d'une masse de 8 t. L'équipage sera composé de Chen Dong, vétéran de deux vols dont un de six mois sur la station Tiangong, et de Chen Zhongrui et Wang Jie, qui effectueront leur premier vol. Après avoir rejoint la station en 6,5h, ils effectueront une relève « à chaud » de la station avec l'équipage de Shenzhou 19, lancé le 29 octobre 2024, et resteront à bord jusqu'en novembre prochain.

25.04 01h52

CAPE CANAVERAL (ÉTATS-UNIS)

FALCON 9 (BK5)

Cent-soixante-troisième lancement d'une grappe de satellites **Starlink** opérationnels de 2^e génération de SpaceX pour la constellation éponyme destinée à la connectivité à haut débit. Les 28 satellites, en version

« mini » de 750 kg au lieu de 1,25 t, dotés de propulseurs plasmiques à l'argon et d'une charge utile HTS (High Throughput Satellite) en bandes Ku, Ka et E, doivent être largués en une fois sur une orbite circulaire à 300 km d'altitude et 53° d'inclinaison. Ils devront ensuite rejoindre une orbite à 530 km d'altitude par leurs propres moyens.

27.04 15h54

XICHANG (CHINE)

CHANG ZHENG 3B/E

Lancement sur orbite de transfert géostationnaire d'une charge utile inconnue.

27.04 13h37

VANDENBERG (ÉTATS-UNIS)

FIREFLY ALPHA - FLTA006

Premier vol du lanceur de Firefly Aerospace pour le compte de Lockheed Martin, avec la mission « **Message in a booster** » qui consistera en un démonstrateur de la plateforme LM400.

27.04 21h40

VANDENBERG (ÉTATS-UNIS)

FALCON 9 (BK5)

Cent-soixante-quatrième lancement d'une grappe de satellites **Starlink** opérationnels de 2^e génération de SpaceX pour la constellation éponyme destinée à la connectivité à haut débit. Les 27 satellites, en version « mini » de 750 kg au lieu de 1,25 t, dotés de propulseurs plasmiques à l'argon et d'une charge utile HTS (High Throughput Satellite) en bandes Ku, Ka et E, doivent être largués en une fois sur une orbite circulaire à 300 km d'altitude et 53° d'inclinaison. Ils devront ensuite rejoindre une orbite à 530 km d'altitude par leurs propres moyens.

ULA



La première grappe de satellites Kuiper hissée sur Atlas 5.

28.04 02h04

CAPE CANAVERAL (ÉTATS-UNIS)

FALCON 9 (BK5)

Cent-soixante-cinquième lancement d'une grappe de satellites **Starlink** opérationnels de 2^e génération de SpaceX pour la constellation éponyme destinée à la connectivité à haut débit. Les 21 satellites, en version « mini » de 750 kg au lieu de 1,25 t, dotés de propulseurs plasmiques à l'argon et d'une charge utile HTS (High Throughput Satellite) en bandes Ku, Ka et E, doivent être largués en une fois sur une orbite circulaire à 300 km d'altitude et 53° d'inclinaison. Ils devront ensuite rejoindre une orbite à 530 km d'altitude par leurs propres moyens. Treize de ces satellites sont équipés pour offrir un service « direct-to-device » (D2D).

28.04 20h30

WENCHANG (CHINE)

CHANG ZHENG 5B/YUAN ZHENG 2

Sixième vol de la version du CZ-5 dépourvue d'étage supérieur, mais avec un module manœuvrant YZ-2, vers une orbite polaire. L'étage central du lanceur pourrait effectuer une rentrée non contrôlée. Déploiement d'une grappe de dix satellites **Xingwang Jijigui 2** pour la constellation Zhongguo Guowang, dédiée à l'Internet à haut débit, qui en comptera 12 992.

28.04 23h00

CAPE CANAVERAL (ÉTATS-UNIS)

ATLAS 5/551 - AV107

Quinzième vol de la plus puissante version du lanceur Atlas 5, le premier pour le déploiement de la constellation de Kuiper Systems, filiale d'Amazon. Vingt-sept satellites **KuiperSat** seront déployés. Aucun détail n'a été communiqué sur leur architecture. Ils seront dotés d'une charge utile HTS (High Throughput Satellite) en bande Ka. Ils rejoindront une orbite à 630 km d'altitude, inclinée à 51,9°.





LES PROCHAINS LANCEMENTS SPATIAUX (SUITE)

Dates et heures en Temps Universel (TU).



T. Leduc - ESA - Cnes - Avianepsca - Optique CSG

Hissage de Biomass au sommet de Vega C VV26.

...28.04 PLESSETSK (RUSSIE) ANGARA 1.2/AM

Cinquième vol opérationnel de la version légère du lanceur modulaire Angara de GKNPTs Khrounitchev. La charge utile sera un duo de satellites militaires d'observation optique **OO MKA** de NPP VNIIEM, qui seront rebaptisés d'un nom générique « Kosmos » une fois placés sur orbite.

29.04 01h37 CAPE CANAVERAL (ÉTATS-UNIS) FALCON 9 (BK5)

Cent-soixante-sixième lancement d'une grappe de satellites **Starlink** opérationnels de 2^e génération de SpaceX pour la constellation éponyme destinée à la connectivité à haut débit. Les 21 satellites, en version « mini » de 750 kg au lieu de 1,25 t, dotés de propulseurs plasmiques à l'argon et d'une charge utile HTS (High Throughput Satellite) en bandes Ku, Ka et E, doivent être largués en une fois sur une orbite circulaire à 300 km d'altitude et 53° d'inclinaison. Ils devront ensuite rejoindre une orbite à 530 km d'altitude par leurs propres moyens. Treize de ces satellites sont équipés pour offrir un service « direct-to-device » (D2D).

29.04 09h15 KOUROU (GUYANE FRANÇAISE) VEGA C - VV26

Mise sur orbite héliosynchrone à 666 km d'altitude du satellite d'observation européen **Biomass**, septième mission du programme Earth Explorers de l'ESA. Développé par Airbus Defence & Space UK, ce satellite de 1 170 kg sera le premier à emporter un radar à synthèse d'ouverture en bande P, avec un réflecteur déployable de 12 m de diamètre de L3Harris. Il sera capable de pénétrer sous la canopée des forêts afin de mesurer l'ensemble du carbone stocké dans celles-ci. Ses mesures permettront de quantifier le cycle global du carbone. Il étudiera aussi la géologie sous la surface des déserts, la structure des couverts glaciers et la topographie des terrains sous les forêts.

?? .04 MAHIA POINT (N^{ELLE}-ZÉLANDE) ELECTRON

Mise sur orbite d'une deuxième grappe de quatre cubesats 16U **Skylark** développés par Spire Global pour l'opérateur québécois NorthStar Terre & Ciel. Celui-ci les



Le lanceur Eris préparé sur le site de Bowen.

Gilmour Space Technologies

utilisera pour une mission de surveillance de l'espace par observation optique des satellites sur orbite. La constellation finale doit compter douze satellites.

01.05 02h17 CAPE CANAVERAL (ÉTATS-UNIS) FALCON 9 (BK5)

Cent-soixante-septième lancement d'une grappe de satellites **Starlink** opérationnels de 2^e génération de SpaceX pour la constellation éponyme destinée à la connectivité à haut débit. Les 28 satellites, en version « mini » de 750 kg au lieu de 1,25 t, dotés de propulseurs plasmiques à l'argon et d'une charge utile HTS (High Throughput Satellite) en bandes Ku, Ka et E, doivent être largués en une fois sur une orbite circulaire à 300 km d'altitude et 53° d'inclinaison. Ils devront ensuite rejoindre une orbite à 530 km d'altitude par leurs propres moyens.

?? .04 21h30 BOWEN (AUSTRALIE) ERIS - MSN001

Premier vol d'essai du petit lanceur orbital à propulsion hybride Eris, développé par la *start-up* australienne Gilmour Space Technologies.

?? .04 JIUQUAN (CHINE) KUAIZHOU 11 - Y7

Quatrième vol du plus gros lanceur de la firme ExPace, entité commerciale créée par la société d'État Casic (China Aerospace Science & Industry Corp.), après un hiatus de onze mois. La charge utile n'a pas été annoncée.

01.05 02h17 VANDENBERG (ÉTATS-UNIS) FALCON 9 (BK5)

Cent-soixante-huitième lancement d'une grappe de satellites **Starlink** opérationnels de 2^e génération de SpaceX pour la constellation éponyme destinée à la connectivité à haut débit. Les 22 satellites, en version « mini » de 750 kg au lieu de 1,25 t, dotés de propulseurs plasmiques à l'argon et d'une charge utile HTS (High Throughput Satellite) en bandes Ku, Ka et E, doivent être largués en une fois sur une orbite circulaire à 300 km d'altitude et 53° d'inclinaison. Ils devront ensuite rejoindre une orbite à 530 km d'altitude par leurs propres moyens.

?? .04 SEM NAN (IRAN) SIMORGH

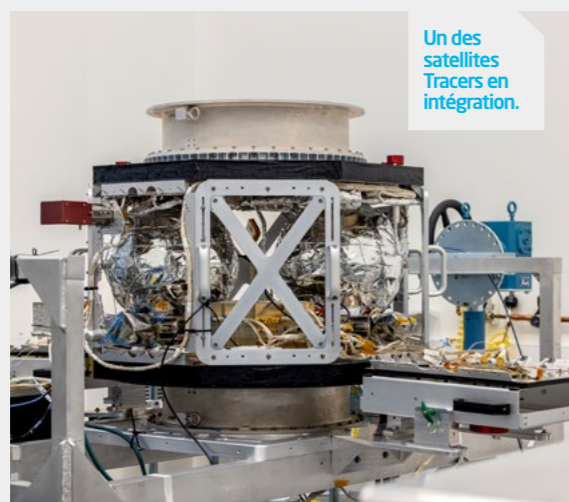
Possible neuvième vol du lanceur iranien Simorgh, dans une version améliorée, pour mettre sur orbite le petit satellite de télécommunications **Navak** (34 kg) de l'Iranian Space Research Institute (ISRI).





LES PROCHAINS LANCEMENTS SPATIAUX (SUITE)

Dates et heures en Temps Universel (TU).



Un des satellites Tracers en intégration.

Millennium Space Systems

...05.05 WENCHANG (CHINE) CHANG ZHENG 12

Deuxième vol du nouveau lanceur biétage de la SAST (Shanghai Academy of Spaceflight Technology), d'une architecture proche du Falcon 9 de SpaceX, avec une capacité de placer 10 t sur orbite basse et 6 t sur orbite héliosynchrone. La charge utile n'a pas été indiquée.

11.05 VANDENBERG (ÉTATS-UNIS) FALCON 9 (BK5)

Mise sur orbite polaire à 500 km d'altitude des deux satellites de la mission **Tracers** (Tandem Reconnection and Cusp Electrodynamics Reconnaissance Satellites), alias SMEX-16 (Small Explorer), de la Nasa. D'une masse de 200 kg chacun, ils ont été développés par Millennium Space Systems sur la base de sa plateforme Altair, pour le compte de l'université d'Iowa, ils emporteront chacun six instruments pour l'étude des particules et des champs magnétiques dans la région de la cuspidé magnétique nord de la Terre (trois magnétomètres, deux analyseurs électrostatiques et un instrument de mesure du champ électrique). Dans cette région autour

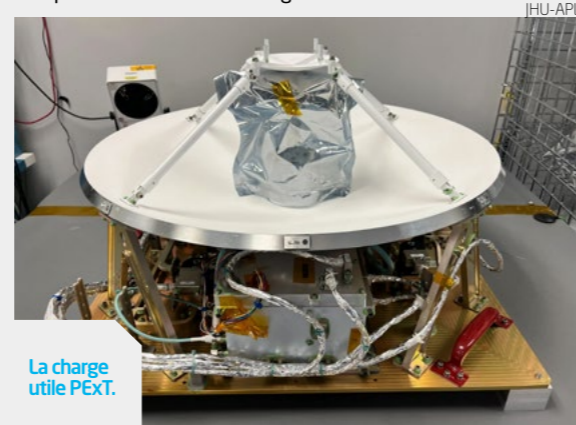
du pôle, les lignes du champ géomagnétique s'incurvent vers la surface et guident les particules depuis l'espace interplanétaire jusqu'à l'atmosphère. Dans le cas de reconnections magnétiques, il leur arrive aussi de se reconfigurer de manière explosive, propulsant des particules à des vitesses pouvant approcher la vitesse de la lumière.

Ils seront accompagnés d'un satellite **Jackal AOV** (Autonomous Orbital Vehicle) de 275 kg, développé par la *start-up* True Anomaly, dans le Colorado, afin de simuler des manœuvres de rendez-vous et démontrer des capacités d'opérations de proximité pour de futures applications de service sur orbite.

Plusieurs charges utiles seront également lancées en passagers auxiliaires sur ce vol.

Le microsatellite **PEXT** (Polylingual Experimental Terminal) a été développé par le JHU/APL (Johns Hopkins University/Applied Physics Laboratory), sur la base d'une plateforme de classe S de York Space Systems. D'une masse d'environ 110 kg, il emportera un transmetteur en bande Ka pour une expérience de connectivité à large bande compatible avec de multiples satellites relais commerciaux (Inmarsat GX, O3b mPower et Telesat) et gouvernementaux (TDRS) pour le compte de la Nasa.

Le microsatellite **Athena** (50 kg) a été développé par NovaWurks afin d'emporter une version simplifiée de l'instrument Ceres (Clouds and the Earth Radiant Energy System) afin de mesurer le bilan radiatif de la Terre pour le compte de la Nasa, la NOAA et l'US Space Force. Athena devait initialement voler sur le petit lanceur aéroporté LauncherOne de Virgin Orbit.



La charge utile PEXT.

JHU/APL



Le lanceur CZ-8 Y5 à Wenchang.

DR

D'une masse de 24 kg, le cubesat 12U **Sprite** (Supernova remnants & Proxies for Relonization Testbed Experiment) a été développé par les étudiants du Lasp (Laboratory for Atmospheric and Space Physics) de l'université du Colorado à Boulder. Il va tester de nouvelles technologies de détecteurs ultraviolets et mener une surveillance spectroscopique des rémanents de supernovae locales ainsi que des galaxies pouponnières d'étoiles à faible décalage vers le rouge dans la gamme des longueurs d'onde de 1 000 à 1 750 Å.

Lancé au titre de la mission **ELaNa 53** (Educational Launch of Nanosatellites) organisée par la Nasa, le cubesat 6U **Dione** a été développé par le centre spatial Goddard. Il observera les couches supérieures de l'atmosphère et leurs réactions aux flux d'énergie solaire à travers la magnétosphère.

???.05 WENCHANG (CHINE) CHANG ZHENG 8 - Y5

Nouveau vol du lanceur chinois modulaire et potentiellement réutilisable CZ-8 en configuration consommable pour mettre sur orbite une charge utile composée d'une grappe de satellites développés par Gesi Aerospace Technology (Genesat) pour la mégaconstellation **Qianfan Jigui**, ex-G60, de Yuanxin Satellite Technology destinée à la connectivité à haut débit.

???.05 MAHIA POINT (N^{ELLE}-ZÉLANDE) ELECTRON

Mise sur orbite du microsatellite radar en bande X **QPS-SAR-10** de l'opérateur japonais iQPS (Institute for Q-shu Pioneers of Space). Ce satellite d'environ 100 kg est équipé d'une antenne de 3,6 m de diamètre pour fournir de l'imagerie à 70 cm de résolution.

???.05 CAPE CANAVERAL (ÉTATS-UNIS) FALCON 9 (BK5)

Deuxième mission commerciale géostationnaire de SpaceX pour l'année 2025. La charge utile sera le satellite de télécommunications **Nusantara 5**, alias Nusantara Lima, réalisé par Boeing pour PT Pasifik Satelit Nusantara. Basé sur la plateforme BSS-702MP, ce satellite d'une masse de 5 550 kg emporte une charge HTS (High Throughput Satellite) d'une capacité de plus de 160 Gbit/s. Il sera déployé à 116° Est, à la verticale de Bornéo, et apportera un complément de service au satellite Satria, lancé en juin 2023.





LES PROCHAINS LANCEMENTS SPATIAUX (SUITE)

Dates et heures en Temps Universel (TU).



Nouvel essai à feu de l'étage B14 le 3 avril.

SpaceX

??..05

SRIHARIKOTA (INDE)

PSLV-XL - C61

Mise sur orbite héliosynchrone à 610 km d'altitude du satellite d'observation radar **EOS-09**, alias Risat 1B (Radar Imaging SATellite) de l'Isro. Ce satellite de 1 860 kg est doté d'un radar à synthèse d'ouverture en bande C permettant d'obtenir de l'imagerie selon 5 modes offrant entre 55 et 1 m de résolution (entre 223 km et 10 km de fauchée). Il opérera en tandem avec son jumeau EOS-4 (Risat 1A), lancé en 2022.

??..05

BOCA CHICA (ÉTATS-UNIS)

SUPER HEAVY/STARSHIP BK2 - B14/S35

Possible retour en vol, sous réserve d'approbation par la FAA (Federal Aviation Administration), de la nouvelle version de la navette Starship - dite « Block 2 » - du lanceur réutilisable géant de SpaceX. Lors de ce vol IFT-9, la navette **Starship S35** ne devrait pas tenter de viser l'orbite, comme initialement prévu, mais reprendre le plan de vol des deux missions précédentes, interrompues par l'explosion des Starship S33 et S34, avec une trajectoire suborbitale entraînant une rentrée naturelle au-dessus de l'océan Indien. Le largage d'une grappe de quatre maquettes inertes de satellites Starlink de 3^e génération pourrait être tenté durant la phase balistique.

L'étage Super Heavy B14, qui a déjà volé lors de la mission IFT-7, devrait effectuer une première tentative de réutilisation mais probablement sans récupération par les bras de la tour *Mechazilla*.

...??..05

VANBENBERG (ÉTATS-UNIS)

MINOTAUR 4

Dixième vol du lanceur de Northrop Grumman dérivé du missile balistique MX PeaceKeeper depuis 2010. Mise sur orbite héliosynchrone du satellite **EWS-OD 1** (Electro Optical/Infrared Weather System Operational Demonstration) alias USSF-261S-A. Développé par General Atomic's Electromagnetic Systems (GA-EMS), pour le compte du Space Systems Command de l'US Space Force, sur la base de la plateforme GA-500, il s'agira d'un prototype de satellite météorologique militaire de 400 kg. Il doit tester la charge utile électro-optique infrarouge EWS développée par EO Vista pour de l'imagerie météorologique et de la caractérisation de couvert nuageux sur les théâtres d'opérations militaires.

Retrouvez le calendrier des prochains lancements sur notre site internet :

www.aerospatium.info/lancements-a-venir

AERO SPATIUM
LE MAGAZINE QUI PREND DE LA HAUTEUR

EN RAISON DES PONTS DU MOIS DE MAI, NOTRE PROCHAIN NUMÉRO SERA DÉCALÉ



RENDEZ-VOUS LE 16 MAI POUR **AEROSPATIUM** N°216

POUR RESTER CONNECTÉS VISITEZ NOTRE SITE SUR WWW.AEROSPATIUM.INFO

**AERO
SPATIUM**



**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**