



La Lettre

newsletter

Lettre de l'AAE – N° 129 – avril-mai-juin 2023

L'Espace européen

European Space



AAE Newsletter – No. 129 – April-May-June 2023

Photos © NASA • Spitzer; NASA/JPL-Caltech; MIRE; NASA/ESA/CSA/STSA • Airbus



Le programme Artemis
The Artemis programme



Le lanceur SLS
The Space Launch System



Airbus et les missions Artemis
Airbus and the Artemis missions



Le télescope James Webb : un géant dans l'espace
The James Webb telescope: a giant in space



SPACE EXPLORATION

CONFERENCE – 10-12 MAY – TURIN

Organised by AAE, with the support of Politecnico di Torino, AIDAA and SGAC, the purpose of this conference is to focus on a few important themes underpinning Space Exploration, with the aim of providing useful input to agencies or other bodies in charge of building programmes.

In addition to keynote speeches by leading personalities and an overview of the current state of play, seven sessions will examine aspects fundamental for most exploration projects:

FROM EXPLORATION UNDERLYING MOTIVATIONS TO THE FIRST HUMAN STEPS

1. Philosophy and cultural motivations
2. Dream missions
3. The first step: towards an environment-friendly approach to Lunar exploration

IMPLEMENTATION MEANS

4. Flying machines
5. Going faster (and further)

GRAND OBJECTIVES

6. Water: our quest for "oases" in the Solar System
7. Human-robots collaboration

A number of Q&A sessions, together with a wrap-up moderated by SGAC, will aim to give the floor to the audience. Other highlights include a contradictory debate on "Life in the universe: rule or exception?" An ice-breaking cocktail will end the first day and a visit is organised for the second.



For more information:

www.academieairespace.com/space-exploration

Sommaire

Summary



EDITORIAL :

L'Espace européen
European Space

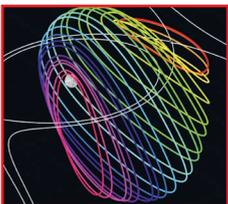
p. 3



COLLOQUE / CONFERENCE :

Colloque sur les eVTOL
Compte rendu
Conference on eVTOLs
A report

p. 16



MISSIONS :

Le programme Artemis
The Artemis programme

p. 5



Vie de l'Académie
Life of the Academy

p. 19



FOCUS :

Le lanceur SLS
The Space Launch System

p. 10



Hommages
Homages

p. 20



PERSPECTIVES :

Airbus et les missions Artemis
Airbus and the Artemis missions

p. 12



Dans l'air / Publications
Aero events / Publications

p. 22 - 23



INNOVATION :

Le télescope James Webb : un géant dans l'espace
The James Webb telescope: a giant in space

p. 14



Agenda AAE 2023
AAE Diary 2023

p. 24

Les opinions exprimées dans ce document sont celles des auteurs, conformément à la liberté d'expression cultivée par notre Académie. Elles n'engagent ni l'Académie ni ses organismes partenaires. / *The opinions expressed in this document are those of the authors, according to the Academy's policy of freedom of expression. They do not necessarily reflect the opinions of the Academy or its partners.*



L'Espace européen

Les résultats de la réunion de l'Agence spatiale européenne (ESA) tenue au niveau des ministres des pays participants en novembre 2022 sont plutôt favorables et, même si tous les budgets demandés n'ont pas été totalement accordés, il n'en reste pas moins que le total pour les trois années à venir apparaît en augmentation de 17% par rapport aux trois années passées. Compte tenu de la conjoncture, cela montre l'importance que nos politiques attachent à l'espace.

Si l'on regarde plus en détail, il apparaît que les développements des satellites d'observation et les

programmes scientifiques sont bien financés. Les craintes de certains d'entre nous que le rattachement en France de l'espace au ministre des Finances et non plus à la Recherche aboutisse à une baisse des budgets scientifiques sont totalement levées.

Cependant nous regrettons que le projet de constellation de satellites de communication Iris2 doive attendre une confirmation de l'ESA en 2023 pour obtenir son budget. Nous l'avions recommandé dans notre Avis n°11 et nous avons montré tout l'intérêt pour la souveraineté européenne de disposer d'un tel réseau sécurisé, offrant à tous les Européens un accès Internet facile et des stockages d'information souverains. Nous espérons que des financements importants de l'Union européenne débloquent cette réserve de l'ESA.

Dans le domaine de l'accès à l'espace, où la souveraineté européenne est combien nécessaire, il ne semble pas y avoir de difficulté de financement pour qualifier Ariane 6 et Vega C. Il semblerait même que les pays

participants s'accordent enfin à donner la préférence européenne à ces lanceurs fabriqués par l'Europe. Tout satellite propriété d'un État européen participant à l'ESA doit être mis en orbite par un lanceur européen. Nous attendions depuis longtemps cette règle appliquée par toutes les autres puissances spatiales sans exception. C'est une bonne chose.

Il n'empêche que nous restons inquiets. Cette année verra les derniers lancements d'Ariane 5 dont la production a été arrêtée. Le lanceur Ariane 6 n'a pas encore été testé en vol. Des retards s'accumulent. Nous n'en connaissons pas les causes, mais nous constatons qu'on a largement dépassé les délais prévus initialement. Pourtant Ariane 6 utilise beaucoup des développements de son prédécesseur. Récemment, le deuxième lancement de Vega C a conduit à un échec du deuxième étage Zephiro qui n'est qu'une extension du deuxième étage du lanceur précédent. De plus, la propulsion de l'étage terminal de Vega venant d'Ukraine, il faut trouver



Philippe COUILLARD

Membre et ancien président de l'AAE

AAE member and former president

space under the Finance Ministry rather than the Research Ministry in France might result in a reduction in scientific budgets have been completely allayed.

However, it is regrettable that the Iris2 communications satellite constellation project will have to wait for confirmation from ESA in 2023 to receive its budget. AAE recommended this project in its Opinion No. 11 and demonstrated the European sovereignty issues behind this secure network aimed at providing all Europeans with easy internet access and sovereign information storage. We hope that significant funding from the European Union will unlock this ESA reserve.

In the area of access to space, where European sovereignty is so necessary, there seems to be no difficulty in funding Ariane 6 and Vega C qualification. The participating countries have apparently finally agreed to give European preference to these European-made launchers. Any satellite from a European state participating in

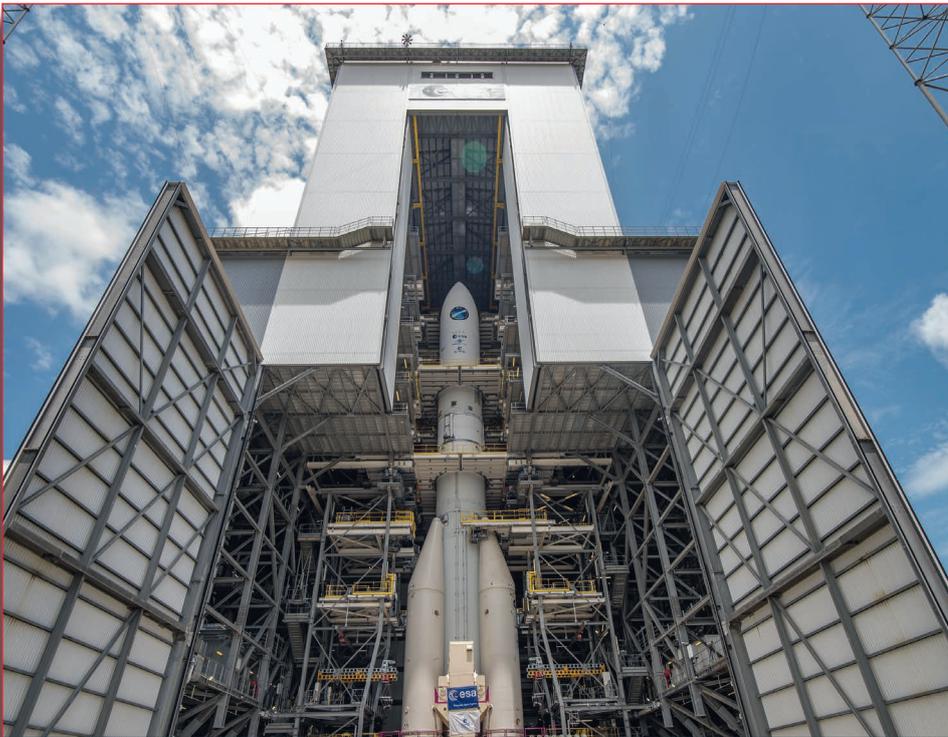
ESA must be placed in orbit by a European launcher. We have waited a long time for this rule, which is applied by all other space powers without exception. This is a positive development.

But we remain concerned. This year will see the last launches of the Ariane 5, which is no longer in production. The Ariane 6 launcher has not yet been tested in flight, and delays are building up. We do not know the causes, but note that the original deadlines have been missed, despite Ariane 6 borrowing many developments from its predecessor. Recently, the second launch of Vega C led to the failure of the Zephiro second stage, which is simply an extension of the second stage of the previous launcher. Moreover, since the Vega terminal stage's propellant comes from Ukraine, a new European liquid propellant has to be found for this launcher. Since the conflict with Ukraine, the Russians have unilaterally stopped cooperating with Europe on the Soyuz launcher and have withdrawn from French Guyana. We can no longer rely on them to launch our

European Space

The results of the ministerial meeting of the European Space Agency (ESA) held in November 2022 are quite positive and, even if not all the budgets requested were fully granted, the total for the next three years seems to be 17% higher than in the last three years. Given the economic situation, this shows the importance our politicians attach to space.

A closer look reveals a good level of funding for the development of observation satellites and scientific programmes. Fears that placing



Transfert de la coiffe d'Ariane 6 sur le lanceur vers le portique ELA-4 et mise en place de la coiffe d'Ariane 6 sur le lanceur le 11 juillet 2022 au Centre spatial guyannais. / Transfer of the Ariane 6 fairing onto the launcher to the ELA-4 gantry tower and subsequent placement of the Ariane 6 fairing onto the launcher on 11 July 2022 at Europe's Spaceport in Kourou, French Guiana. Image © ESA

un nouveau propulseur liquide européen pour ce lanceur. Les Russes ont unilatéralement stoppé leur coopération avec l'Europe autour du lanceur Soyouz depuis le conflit avec l'Ukraine et se sont retirés de Guyane. Nous ne pouvons plus compter sur eux pour lancer nos satellites (militaires ou de positionnement comme la constellation Galileo).

L'Europe risque de se retrouver sans lanceur à sa disposition dans les mois qui viennent.

C'est consternant, d'autant qu'Ariane 6 a un carnet de commandes aujourd'hui satisfaisant. Il convient de réagir vigoureusement. Nous sommes persuadés qu'il faut que les équipes françaises, allemandes et italiennes investies dans le développement de ces lanceurs parlent plus entre elles et se fassent plus confiance, qu'elles échangent leurs expériences respectives et ne cachent pas leurs difficultés. Nous sommes surpris de voir qu'un certain retour au nationalisme paralyse la gestion de ces projets, alors

qu'ils sont totalement européens. Il convient que les chefs de ces projets exercent plus fortement leur autorité. Lorsque l'on voit les résultats obtenus par Elon Musk, 61 lancements réussis en 2022, on constate qu'un leadership affirmé (peut-être même un peu trop...) mène à un succès certain. Nous comptons sur eux pour réagir au plus vite.

Dans le reste de cette Lettre, nous nous intéressons à la coopération entre l'Europe et les États-Unis, en particulier sur l'usage que les scientifiques européens se préparent à faire du télescope James Webb, merveille de technologie américaine qui succède à Hubble et qui a été mis en orbite avec une précision remarquable par Ariane 5. Nous découvrirons aussi le programme Artemis et la nouvelle fusée lunaire SLS. Nous nous intéresserons particulièrement au module de service européen ESM qui apporte toutes les servitudes requises à la capsule habitée Orion. La contribution européenne à ce programme va permettre l'envoi de spationautes européens sur la Lune. Cela compense un peu l'absence de programme européen autonome en matière de vols habités. Le programme Hermes a été arrêté il y a, aujourd'hui, trente ans !

satellites (military or positioning satellites such as the Galileo constellation).

Europe risks being left without a launcher in the coming months. This is extremely worrying, especially as Ariane 6 has a satisfactory order book today. We must react vigorously. We are convinced that the French, German and Italian teams involved in the development of these launchers need to talk to each other and trust each other more, exchange their respective experiences and not hide their difficulties. We are surprised to see a certain return to nationalism paralysing the management of these projects, even though they are totally European. The leaders of these projects should exercise their authority more strongly. When we see the results obtained by Elon Musk – 61 successful launches in 2022 – it is clear that assertive leadership (perhaps overly so) leads to success. We are counting on them to react as soon as possible.

In this Newsletter, we will look at cooperation between Europe and the United States, in particular the use European scientists are preparing to make of the James Webb telescope, a marvel of American technology that is Hubble's successor and has been placed in orbit

with remarkable precision by Ariane 5. We will also learn about the Artemis programme and the new SLS moon rocket. We will take a special interest in the European Service Module (ESM), which provides all the required services for the Orion manned capsule. The

European contribution to this programme will allow European astronauts to be sent to the Moon. This compensates somewhat for the lack of an autonomous European human spaceflight programme. The Hermes programme was halted thirty years ago!



Le 29 décembre 2021, le télescope spatial James Webb NASA/ESA/CSA s'est séparé d'Ariane 5 pour voler tout seul. On 29 December 2021, the NASA/ESA/CSA James Webb Space Telescope separated from Ariane 5 and flew on its own. Image © ESA



Le programme Artemis

En 2019, la Maison Blanche a lancé le nouveau programme Artemis, nommé d'après la déesse grecque et sœur d'Apollo.

S'appuyant sur des programmes spatiaux existants fédérés : la capsule spatiale Orion, la station spatiale Lunar Gateway, le Commercial Lunar Payload Services, il crée également des programmes entièrement nouveaux tels que le Human Landing System (HLS).

Le SLS (Space Launch System) devra servir de lanceur pour Orion, tandis que les lanceurs commerciaux

lanceront divers autres éléments du programme.

Une version prototype du véhicule Orion a été lancée lors de l'Exploration Flight Test-1 le 5 décembre 2014 au sommet d'une fusée Delta IV Heavy. Il effectua deux orbites terrestres, atteignant un apogée de 5800km avant de faire une rentrée à haute énergie à 8900m/s.

Le 16 novembre 2022, Artemis I a été lancé avec succès depuis le Centre spatial Kennedy.

Artemis I s'est achevé le 11 décembre 2022, lorsque le vaisseau spatial Orion a amerri dans l'océan Pacifique, à l'ouest de la Basse-Californie. Le retour s'est produit 50 ans jour pour jour après l'alunissage d'Apollo 17, la dernière mission habitée à atterrir sur la Lune.

La NASA vise actuellement un lancement habité en 2024 pour Artemis II, une mission qui survolera la Lune mais n'atterrira pas. Les quatre membres d'équipage effectueront des tests approfondis en orbite terrestre, et Orion sera ensuite propulsé sur une trajectoire de retour direct, qui ramè-

nera Orion sur Terre pour la rentrée et l'amerrissage.

Le premier alunissage vient avec Artemis III, pas avant 2025. L'initiative dépend d'une mission de soutien pour placer le système HLS (Human Landing System) sur une orbite NRHO (Near-rectilinear halo orbit) autour de la Lune avant le lancement de SLS/Orion avec un équipage de quatre personnes. Deux des astronautes seront transférés dans le HLS, qui descendra sur la surface lunaire et passera environ 6,5 jours à la surface. Les astronautes effectueront au moins deux sorties extravéhiculaires à la surface avant que le HLS ne décolle pour les ramener à un rendez-vous avec Orion. Orion ramènera les quatre astronautes sur Terre.

Artemis IV, pas avant 2027, est une mission avec équipage vers la station Lunar Gateway en NRHO, emportant le module I-HAB de la station et utilisera un SLS Block 1B plus puissant. Une mission d'accompagnement préalable livrera les deux premiers modules du Gateway.



Philippe WATILLON

Président de Lunar Logistics Services, membre de l'AAE

President Lunar Logistics Services, AAE fellow

The Artemis programme

In 2019, the White House launched the new Artemis programme, named after the Greek goddess, sister of Apollo.

The programme builds on existing federated space programmes: the Orion space capsule, the Lunar Gateway space station, Commercial Lunar Payload Services, and also creates entirely new programmes such as the Human Landing System (HLS).

The SLS will serve as the launch vehicle for Orion, while commercial launchers will launch various other elements of the programme.

A prototype version of the Orion vehicle was launched on Exploration Flight Test-1 on 5 December 2014 on a Delta IV Heavy rocket. It completed two Earth orbits, reaching an apogee of 5,800km before making a high-energy re-entry at 8,900m/s.

On 16 November 2022, Artemis I was successfully launched from the Kennedy Space Center. Artemis I was completed on 11 December 2022, when the Orion spacecraft landed in the Pacific Ocean, west of Baja California. The return occurred 50 years to the day after the Apollo 17 lunar landing, the last manned mission to land on the Moon.

NASA is currently targeting a manned launch in 2024 for Artemis II, a mission that will fly over the Moon but not land. The four crew members will perform extensive tests in Earth orbit, and Orion will then be propelled on a direct return trajectory that will bring it back to Earth for re-entry and splashdown.

The first landing will be with Artemis III, not before 2025. The mission depends on a support mission to place the Human Landing System (HLS) in place in an NRHO orbit around the Moon prior to the SLS/Orion launch with a

crew of four. Two of the astronauts will be transferred to the HLS, which will descend to the lunar surface and spend approximately 6.5 days on the surface. The astronauts will perform at least two surface EVAs before the HLS lifts off to return them to a rendezvous with Orion. Orion will return all four astronauts to Earth.

Artemis IV, not before 2027, is a crewed mission to the Lunar Gateway Station in NHRO, carrying the station's I-HAB module and using a more powerful SLS Block 1B. A companion mission will deliver the first two Gateway modules.

Beyond that, missions are not yet clearly defined, but will most likely include lunar landings and the start of construction of permanent infrastructure.

Human Landing System (HLS)

The HLS is a key element of the Artemis programme. This system will transport the crew from lunar orbit (the Gateway or an Orion spacecraft) to the lunar surface, act as a lunar habitat, and then return the crew to lunar orbit.



Les missions au-delà ne sont pas encore clairement définies, mais incluront très probablement des atterrissages sur la Lune et le début de la construction d'infrastructures persistantes.

Human Landing System (HLS)

Le HLS est un élément essentiel du programme Artemis. Ce système transporte l'équipage de l'orbite lunaire (le Gateway ou un vaisseau spatial Orion) à la surface lunaire, agit comme un habitat lunaire, puis ramène l'équipage en orbite lunaire.

Starship HLS

En 2021, la NASA a passé un contrat avec SpaceX pour développer, fabriquer et effectuer deux vols d'atterrissage lunaire avec l'atterrisseur Starship HLS, un sans équi-

page et un avec équipage dans le cadre d'ArtemisIII.

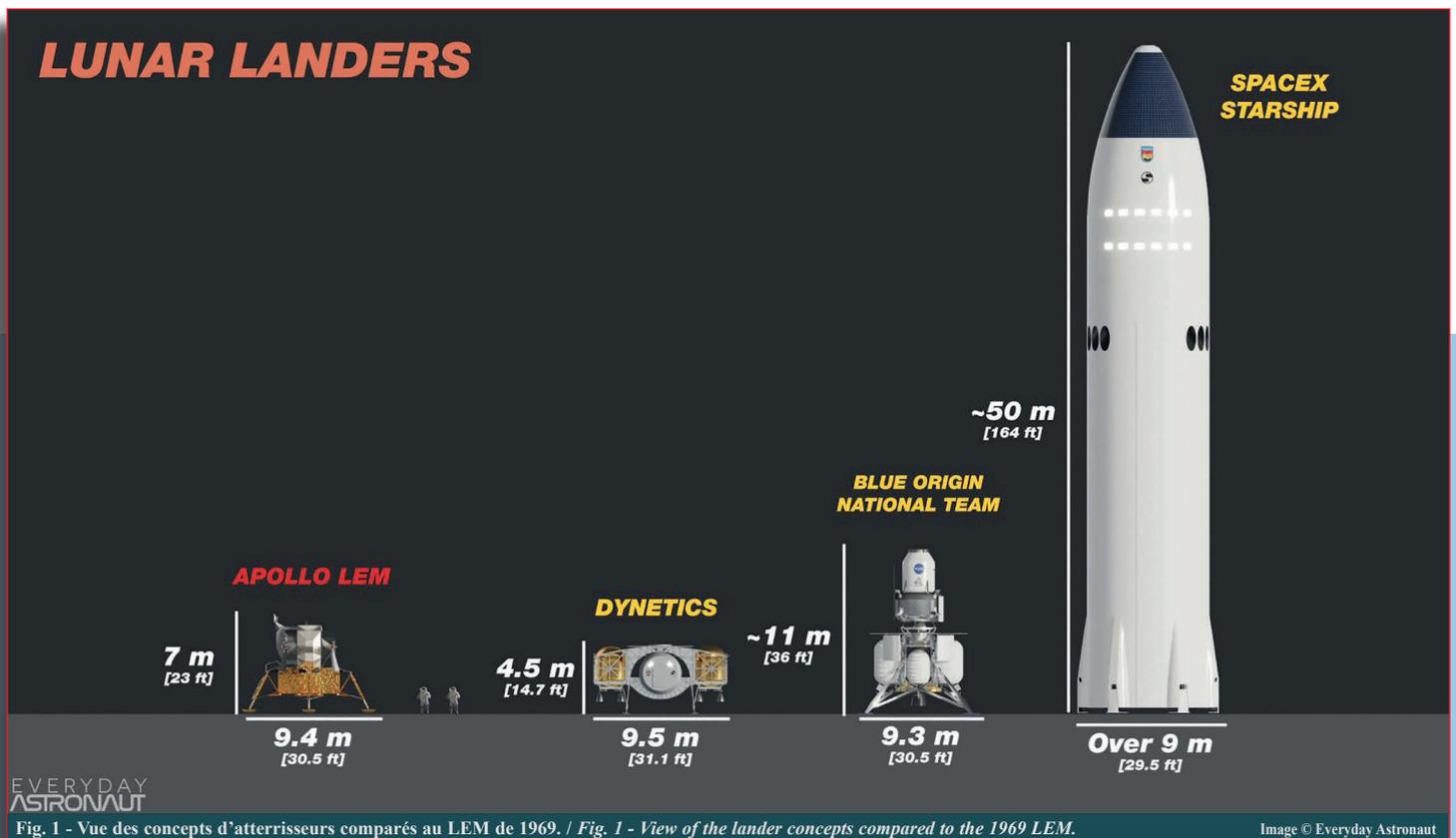
Starship HLS est une variante du vaisseau spatial Starship de SpaceX optimisé pour fonctionner sur et autour de la Lune. Contrairement au vaisseau spatial Starship, Starship HLS ne rentrera jamais dans une atmosphère, il n'a donc pas de bouclier thermique ni de surfaces de contrôle de vol. L'ensemble du vaisseau spatial atterrira sur la Lune et redécollera ensuite. Le Starship HLS a des moteurs Raptor à la base comme système de propulsion principal. Cependant, lorsqu'il se trouvera à proximité de la surface lunaire pendant la descente et la montée, il utilisera ses propulseurs de contrôle d'attitude à forte poussée situés au milieu du corps pour éviter de soulever trop de poussière.

Starship HLS sera lancé sans ergols en orbite terrestre à l'aide du booster SpaceX Super Heavy, et utiliserait une série de vaisseaux ravitailleurs. Le Starship HLS se propulsera ensuite en orbite lunaire pour un rendez-vous avec Orion et l'équipage. Après les opérations sur la surface lunaire, le vaisseau HLS décollera de la surface et ramènera l'équipage à Orion (voir Fig. 1).

Sustaining Lunar Development (SLD)

La NASA a publié un appel d'offres pour un deuxième atterrisseur lunaire habité.

La société sélectionnée développerait un atterrisseur qui soutiendrait les missions après ArtemisIII. La société gagnante effectuerait un atterrissage sans équipage, suivi d'un atterrissage avec équipage au plus tôt lors de la mission ArtemisV, puis serait éligible,



Starship HLS

In 2021, NASA contracted with SpaceX to design, build and fly two lunar landings with the Starship HLS lander, one unmanned and one manned as part of ArtemisIII.

Starship HLS is a variant of SpaceX's Starship spacecraft optimised for operations on and around the Moon. Unlike the Starship spacecraft, Starship HLS will never re-enter an atmosphere, so it has no heat shield or flight control surfaces. The entire spacecraft will land on the

Moon and then take off again. The Starship HLS has Raptor engines as its primary propulsion system. However, when it is close to the lunar surface during descent and ascent, it will use its mid-body high thrust attitude control thrusters to avoid kicking up too much dust.

Starship HLS will be launched into Earth orbit without propellant using the SpaceX Super Heavy booster, and should use a series of supply ships. Starship HLS will then propel itself into lunar orbit for a rendezvous with

Orion and the crew. After operations on the lunar surface, Starship HLS will lift off from the surface and return the crew to Orion (see Fig. 1).

Sustaining Lunar Development (SLD)

NASA has issued a request for proposals for a second manned lunar lander.

The company selected would develop a lander to support missions beyond ArtemisIII. The winning company would perform an

avec SpaceX, pour briguer les contrats de service d'atterrissage lunaire pour les missions ultérieures.

Lunar Orbiting Platform – Gateway

Le Gateway est la première station spatiale prévue en orbite lunaire destinée à servir de centre de communication, de laboratoire scientifique et de module d'habitation à court terme pour les astronautes, ainsi que de zone d'attente pour les autres véhicules. Elle sera placée sur une trajectoire autour de la Lune appelée NRHO.

Quatre agences participent à sa réalisation : la NASA, l'ESA, la JAXA et l'Agence spatiale canadienne (ASC). Anciennement connue sous le nom de Deep Space Gateway (DSG), la station a été rebaptisée Lunar Orbital Platform – Gateway (LOP-G) en 2018.

L'assemblage commencera par l'élément de puissance et de propulsion (Power and Propulsion Element – PPE).

Le deuxième module sera l'élément d'habitation et de logistique (Habitation and Logistics Outpost – HALO). Un Falcon Heavy équipé d'une coiffe allongée lancera le PPE avec le HALO en novembre 2024.

Le HALO sera un module d'habitation réduit, mais doté d'un volume pressurisé fonctionnel et de capacités de commande, de contrôle et de traitement des données, de stockage et de distribution d'énergie, de contrôle thermique, de communications, de systèmes de contrôle environnemental et de maintien de la vie, ce qui permettra à la capsule Orion de soutenir un équipage de quatre personnes pendant au moins 30 jours après connexion. Deux ports d'amarrage axiaux et potentiellement deux radiaux sont prévus.

À l'origine, il était prévu que le Gateway serait en position à temps pour la mission ArtemisIII, permettant aux éléments de l'atterrisseur lunaire d'y être assemblés, avant l'arrivée des astronautes grâce à Orion. À la suite de l'attribution du premier contrat HLS, il a été décidé que la mission ArtemisIII ne passera plus par le Gateway tout en maintenant la planification initiale du programme.

L'ESA fournira un module habitat en partenariat avec la JAXA (I-HAB) et un module de ravitaillement en carburant (ESPRIT).

La NRHO

Diverses options d'orbites pour le Gateway ont été envisagées dans le passé, depuis l'orbite basse lunaire, les orbites rétrogrades lointaines, les orbites de halo liées au point de Lagrange EML2, les orbites lunaires elliptiques, etc.



Le 20^e jour de vol de la mission Artemis I, le 5 décembre 2022, Orion a capturé la Lune le jour du survol motorisé de retour, la dernière manœuvre majeure du moteur du test en vol. / On flight day 20 of the Artemis I mission, Dec. 5, 2022, Orion captured the Moon on the day of return powered flyby, the final major engine maneuver of the flight test.

Image © NASA

unmanned landing, followed by a manned landing no earlier than the ArtemisV mission, and then be eligible to compete with SpaceX for lunar landing service contracts for subsequent missions.

Lunar Orbiting Platform - Gateway

The Gateway is the first planned lunar orbiting space station to serve as a communications centre, science laboratory and short-term living module for astronauts, as well as a staging area for other vehicles. It will be

placed on an orbit around the Moon called NRHO.

Four agencies are involved in its construction: NASA, ESA, JAXA and the Canadian Space Agency (CSA). Formerly known as the Deep Space Gateway (DSG), the station was renamed Lunar Orbital Platform - Gateway (LOP-G) in 2018.

Assembly will begin with the Power and Propulsion Element (PPE). The second module will be the Habitation and Logistics Outpost (HALO). A Falcon Heavy with an extended fairing will launch the PPE with the HALO in November 2024.

HALO will be a scaled-down habitation module, but with a functional pressurised volume and capabilities for command, control and data processing, power storage and distribution, thermal control, communications, environmental control systems and life support, enabling the Orion capsule to support a crew of four for at least 30 days after docking. Two axial and potentially two radial docking ports are planned.

The Gateway was originally scheduled to be in place in time for the ArtemisIII mission, to assemble the lunar lander components to be assembled there, prior to the arrival of the

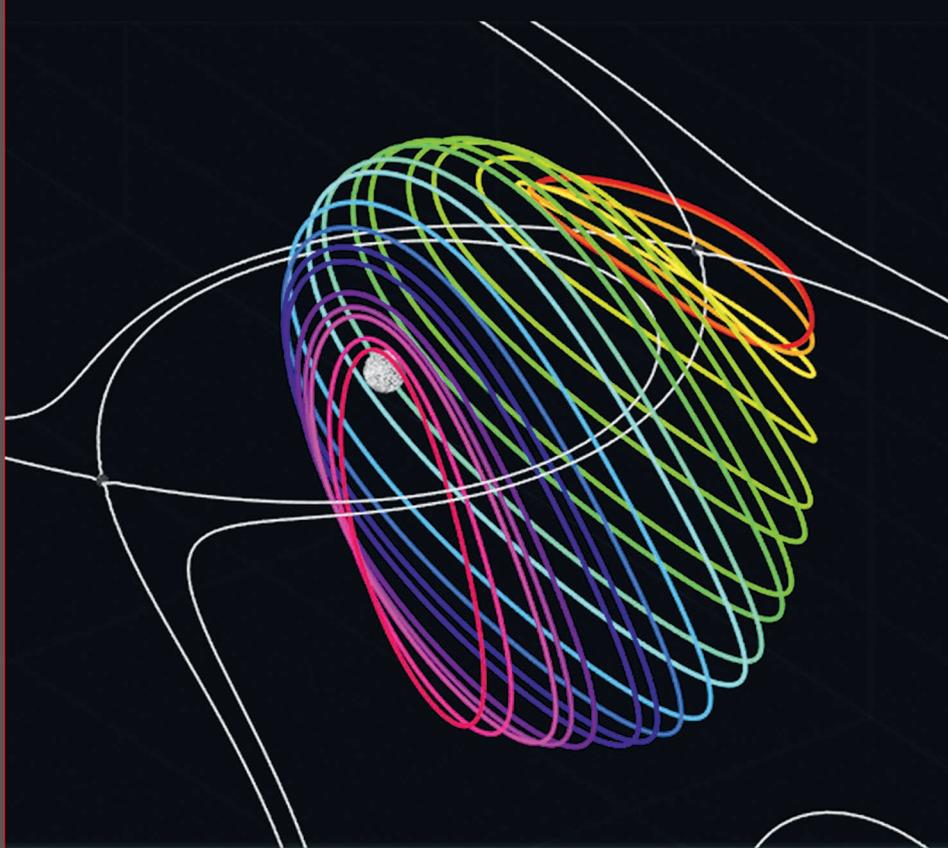


Fig. 2 - Famille des orbites de halo quasi linéaires (NRHO). La Lune se trouve au centre, la couleur varie en fonction de la période orbitale, les courbes blanches marquent les domaines d'influence gravitationnelle de la Terre et de la Lune. On remarque que les trajectoires NRHO ne sont pas strictement dans un plan, elles résultent de la représentation autour de la Lune de la trajectoire d'un autre corps en orbite autour de la Terre en interaction avec la Lune.

Fig. 2 - Family of Near-Rectilinear Halo Orbits (NRHO). The Moon is in the centre, the colour varies with the orbital period, the white curves mark the areas of gravitational influence of the Earth and the Moon. Note that the NRHO orbits are not strictly in one plane but result from the representation around the Moon of the orbit of another body orbiting the Earth and interacting with the Moon.

Image © Éric Joffre/Airbus DS

Finalement le choix s'est porté sur les orbites de halo quasi linéaires (NRHO) car elles présentent des avantages significatifs, en termes de stabilité à long terme (faible besoin de maintenance de l'orbite), de couverture de la surface lunaire, de condi-

tions de visibilité depuis la Terre, de conditions d'illumination solaire, etc. (voir Fig. 2).

Les valeurs typiques considérées sont un aposélène de 70 000 à 80 000 km et un péri-sélène de 3 000 à 8 000 km, la période

correspondante est de six à huit jours. Le péri-sélène se situera au-dessus du pôle Nord pour rendre le survol du pôle Sud le plus long possible en raison de l'intérêt scientifique supérieur de ce dernier.

Certaines options candidates intéressantes sont les orbites dites résonnantes, c'est-à-dire dont la période orbitale et la durée du mois synodique sont dans un rapport de nombre entier (voir Fig. 3).

Ces orbites sont telles que la trajectoire vue dans un cadre en rotation Soleil-Terre et donc les conditions d'éclairage après un nombre entier d'orbites sont répétées, ce qui peut être utilisé par exemple pour concevoir des orbites sans éclipse.

L'orbite prévue pour le Gateway, la NRHO, a été choisie résonnante à quatre orbites complétées en un mois synodique moyen (29,53 jours) soit une période orbitale de 7,38 jours terrestres (voir Fig.4).

Il ne s'agit pas cependant d'une orbite facile à atteindre car elle constitue un point d'équilibre précis entre les gravités de la Terre et de la Lune. En conséquence, une mission de démonstration a été décidée, CAPSTONE (Cislunar Autonomous Positioning System Technology Operations and Navigation Experiment).

astronauts on Orion. Following the award of the first HLS contract, it was decided that the Artemis III mission would no longer pass through the Gateway, while maintaining the original programme planning.

ESA will provide a habitat module (I-HAB) and a refuelling module (ESPRIT) in partnership with JAXA.

The NRHO

Various orbital options for the Gateway have been considered in the past, ranging from low lunar orbits, far retrograde orbits, halo orbits linked to the EML2 Lagrange point, elliptical lunar orbits, etc.

Finally, Near-Rectilinear Halo Orbits (NRHOs) were chosen because they offer significant advantages in terms of long-term stability (low orbit maintenance requirements), lunar surface coverage, visibility conditions from Earth, solar illumination conditions, etc. (see Fig. 2).

Typical values considered are an aposelene of 70,000 to 80,000 km and a periselene of 3,000 to 8,000 km, with the corresponding period of six to eight days. The periselene will be over the North Pole to make the flyby of the South Pole as long as possible due to its higher scientific interest.

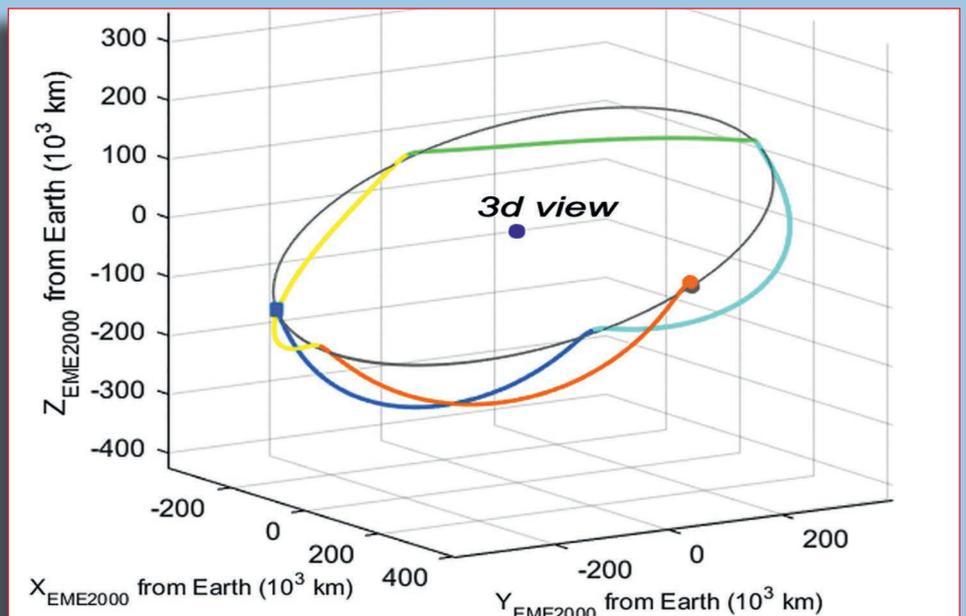


Fig. 3 - NRHO vue dans un cadre en rotation Soleil-Terre. La Terre est le point bleu au centre, les distances sont données en milliers de kilomètres. La courbe noire est l'orbite de la Lune (environ 380 000 km). Les segments colorés sont la trajectoire d'un corps en NRHO, chaque couleur représente une quasi-orbite autour de la Lune, on comprend le phénomène de résonance si les trajectoires se superposent après un nombre entier de rotations.

Fig. 3 - NRHO seen in a rotating Sun-Earth frame. The Earth is the blue dot in the centre, distances are given in thousands of kilometres. The black curve is the orbit of the Moon (about 380,000 km). The coloured segments are the trajectory of a body in NRHO, each colour representing a quasi-orbit around the Moon, one understands the phenomenon of resonance if the trajectories are superimposed after a whole number of revolutions.

Image © Éric Joffre/Airbus DS



Le vaisseau est un CubeSat de 12 unités qui testera également un système de navigation appelé *Cislunar Autonomous Positioning System* (CAPS) qui mesurera sa position par rapport au *Lunar Reconnaissance Orbiter* (LRO).

Il a été lancé le 28 juin 2022, est arrivé en orbite lunaire le 14 novembre 2022 et devrait être en orbite pendant six mois volant à moins de

1600km du pôle Nord de la Lune au périsé- lène et à 70000km du pôle Sud à l'apostélène.

Gateway Logistics Services (GLS)

Les GLS seront une série de vols spatiaux commerciaux sans équipage vers la station, dans le but de fournir des services logis- tiques.

La NASA prévoit plusieurs missions dans lesquelles le vaisseau spatial cargo restera au Gateway pendant six à douze mois et four- nira 3400kg de fret pressurisé et 1000kg de fret non pressurisé, et l'élimination d'une masse équivalente à la fin du vol. En mars 2020, la NASA a annoncé que SpaceX était le premier contractant GLS. Le vaisseau spatial s'appellera Dragon XL et ne sera pas réutilisable.

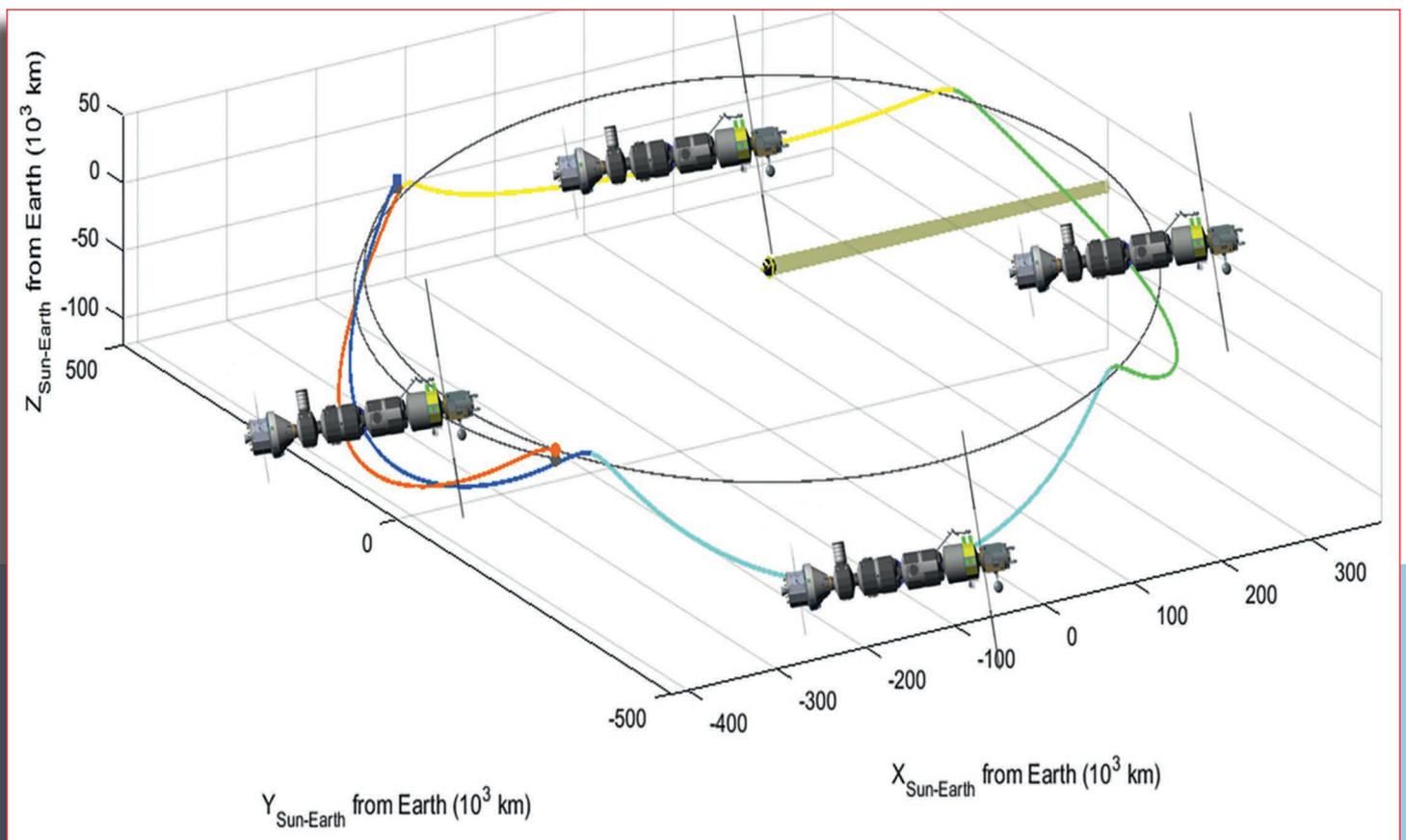


Fig. 4 - Attitude pointée Soleil du Gateway en NRHO. Dans une représentation en rotation Soleil-Terre (le Soleil est fixe à gauche hors de l'image) on voit l'ombre de la Terre qui ne provoque pas d'éclipse pour la station si la résonance est judicieusement choisie. / Fig. 4 - Sun-facing position of the Gateway in NRHO. In a Sun-Earth rotation plot (the Sun is fixed to the left of the image) we see the Earth's shadow, which does not cause an eclipse for the station if the resonance is chosen wisely.

Image © Éric Joffre/Airbus DS

Some interesting candidate options are the so-called resonant orbits, i.e. orbital period and synodic month length are in a whole number ratio (see Fig. 3).

These orbits are such that the trajectory, as seen in a rotating Sun-Earth frame, and thus the lighting conditions are repeated after an integer number of orbits, which can be used for example to design eclipse-free orbits.

The planned orbit for the Gateway, NRHO, was chosen to be resonant with four completed orbits in an average synodic month (29.53 days), i.e. an orbital period of 7.38 Earth days (see Fig.4).

However, this is not an easy orbit to achieve, as it is a precise equilibrium point between

the gravities of the Earth and the Moon. A demonstration mission, CAPSTONE (*Cislunar Autonomous Positioning System Technology Operations and Navigation Experiment*) was therefore decided upon.

The spacecraft is a 12-unit CubeSat that will also test a navigation system called the *Cislunar Autonomous Positioning System* (CAPS) that will measure its position relative to the *Lunar Reconnaissance Orbiter* (LRO).

Launched on 28 June 2022, it entered into lunar orbit on 14 November 2022 and is expected to be in orbit for six months flying within 1,600 km of the Moon's North Pole at Periselene and 70,000 km of the South Pole at Apostelene.

Gateway Logistics Services (GLS)

GLS will be a series of unmanned commercial space flights to the station to provide logistics services.

NASA plans several missions in which the cargo spacecraft will stay at the Gateway for 6-12 months, delivering 3,400 kg of pressurised cargo and 1,000 kg of unpressurised cargo, with equivalent mass disposal at the end of the flight. In March 2020, NASA announced SpaceX as the first GLS contractor. The vehicle will be called Dragon XL and will not be reusable.



Le lanceur SLS (Space Launch System)

Le 16 novembre 2022, le Kennedy Space Center voyait décoller le lanceur géant SLS (Space Launch System) pour la mission Artemis1, renouant ainsi avec les missions vers la Lune 50 ans après la dernière mission Apollo. Sans astronaute à bord et sans alunissage, la mission Artemis1 a testé avec succès le lanceur SLS, puis la capacité de la capsule Orion à se mettre en orbite autour de la Lune et à s'en dégager plus tard grâce à son module propulsif européen ESM¹, pour finalement revenir vers la Terre

1. ESM : European Service Module.



Hervé GILBERT

Directeur Technique,
ArianeGroup, correspondant
de l'AAE

Chief Technical Officer,
Ariane Group, AAE
correspondent

The Space Launch System

On 16 November 2022, the giant Space Launch System (SLS) blasted off from Kennedy Space Center for the Artemis1 mission, reviving missions to the Moon 50 years after the last Apollo mission. With no astronauts on board and no lunar landing, the Artemis1 mission successfully tested the SLS booster and the Orion capsule's ability to orbit the Moon and later break free from it with its European Service Module (ESM), finally returning to Earth for a perfect atmospheric re-entry and water landing.

et réaliser une rentrée atmosphérique et un amerrissage parfaits.

Le programme SLS, lancé en 2011 et doté d'un budget total de 93B\$ à ce stade (pour le SLS et le système Orion avec l'ESM), s'inscrit comme le successeur des programmes Apollo et Space Shuttle (navette spatiale) à la fois : troisième grand projet de système de lancement lourd sous maîtrise d'ouvrage NASA (après l'arrêt du programme ARES à la fin des années 2000), il reprend et renouvelle les ambitions du programme Apollo, et il bénéficie directement du programme Space Shuttle à travers l'expérience acquise sur les missions habitées en orbite terrestre basse, mais aussi par le recours à de multiples systèmes issus du Space Shuttle.

Appelé régulièrement "America's rocket" (le lanceur américain), le SLS soutient l'ambition de l'administration étatsunienne de retrouver le leadership mondial dans l'exploration spatiale à travers la présence humaine sur la Lune, face aux avancées impressionnantes réalisées ces dernières années par la Chine : « Au XX^e siècle nous y sommes allés, au XXI^e siècle nous y restons ».

The SLS programme, launched in 2011 with a current total budget of \$93 billion (for the SLS and the Orion system with the ESM), is the successor to both the Apollo and Space Shuttle programmes. The third major heavy-lift launch system project under NASA's contract management (following the cancellation of the ARES programme in the late 2000s), it builds on and renews the ambitions of the Apollo programme and benefits directly from the Space Shuttle programme through the experience gained from manned missions to low Earth orbit and also the use of several Space Shuttle subsystems.

Regularly referred to as "America's rocket", the SLS supports the US government's ambition to regain world leadership in space exploration through a human presence on the Moon in the face of China's impressive progress in recent years: "In the 20th century we went there, in the 21st century we stay there".

In terms of size and performance (98m in height, 8.40m in diameter, 2,600t in weight at lift-off, 3,900t in

Par sa taille et ses performances (98m de hauteur, 8m40 de diamètre, 2600t de poids au décollage, 3900t de poussée au décollage²), le SLS est le plus gros lanceur opérationnel aujourd'hui³, et affiche une évolutivité importante dans les années à venir : en effet, si la version Block1 actuelle permet d'emporter 27t en orbite d'injection trans-lunaire, l'évolution Block2 visera 46t dans quelques années, pour la desserte de la station orbitale lunaire (Lunar Gateway).

Si la durée de développement a somme toute été relativement courte (~10 ans), c'est surtout le résultat de la reprise du tissu industriel du programme Space Shuttle et de nombreux équipements développés autrefois au titre de ce programme ; incidemment cela explique aussi le coût élevé des missions (875M\$

2. Par comparaison, les mensurations d'Ariane 64 sont respectivement de 66m, 5m40, 860t, 1530t.
3. Les mensurations du méga-lanceur à venir de SpaceX (bi-étage Super Heavy + Starship) seront encore supérieures : 120m, 9m, 5000t, 7500t.

thrust at lift-off¹), the SLS is the largest launcher in operation today² and will evolve considerably in the coming years: while the current Block1 version is capable of carrying 27t into the trans-lunar injection orbit, the Block2 evolution will aim to carry 46t in a few years' time to serve the Lunar Gateway orbital station.

If the development time was relatively short (~10 years), this is mainly the result of taking over the industrial fabric of the Space Shuttle programme and the numerous pieces of equipment developed in the past under this programme, which also explains the high cost of the missions (\$875 million per mission). The boosters designed by Northrop Grumman are directly derived from those of the Shuttle (adding a fifth segment to the Shuttle's four), the central stage is propelled by four Aerojet Rocketdyne RS-25 engines

1. By comparison, the dimensions of Ariane 64 are 66m, 5.40m, 860t, 1,530t.
2. The dimensions of SpaceX's future mega launch vehicle (two-stage Super Heavy + Starship) will be even larger: 120m, 9m, 5,000t, 7,500t.

par mission). Ainsi, les boosters conçus par Northrop Grumman sont dérivés directement de ceux de la navette par ajout d'un cinquième segment à ces derniers qui en comprenaient quatre, la propulsion de l'étage central est réalisée à l'aide de quatre moteurs RS-25 d'Aerojet Rocketdyne directement dérivés des moteurs SSME de la navette qui en utilisait trois, le diamètre du SLS est celui du réservoir principal de la navette, ce qui permet à Boeing de réutiliser partiellement son outil industriel, et le moteur de l'étage supérieur est une version du RL10 d'Aerojet Rocketdyne.

Du côté du système Orion, anticipé, lui, au titre du programme ARES, l'approche a été identique et le module européen ESM s'est appuyé directement sur les moteurs développés auparavant au titre de l'ATV⁴, et sur des organes provenant de la navette américaine pour les circuits carburant.

4. ATV : Automated Transfer Vehicle, véhicule automatique européen de desserte de la Station spatiale internationale.

Dès lors, le programme SLS a consisté largement à bâtir une architecture à partir de ces briques élémentaires, à concevoir et développer les étages propulsifs et une avionique complète, puis à réaliser de multiples campagnes d'essais, rendues spectaculaires du fait de la taille des spécimens testés. Par-delà l'optimisation technique qu'impose la performance visée pour les missions vers la Lune (donnant lieu par exemple à un indice constructif⁵ de ~9% sur l'étage principal), une certaine optimisation industrielle a été recherchée : on citera notamment la standardisation des tronçons qui composent les réservoirs des deux étages centraux, et qui constituent aussi les tronçons inter-réservoirs et inter-étages.

Enfin, sur le plan de la méthode de maîtrise d'œuvre, on remarquera la formule d'engagement des industriels en régie, avec clause d'intéressement à la tenue du planning.

5. Indice constructif : rapport entre la masse de l'étage à vide et la masse de l'étage rempli de ses ergols.



La fusée SLS à l'intérieur du Vehicle Assembly Building de la NASA. / SLS Rocket Inside NASA's Vehicle Assembly Building. Photo © NASA

Avec le SLS et la mission Artemis I qui s'est visiblement déroulée de manière très satisfaisante, ainsi qu'avec le retour des lanceurs américains pour les missions habitées vers la Station spatiale internationale (Falcon 9 et sa capsule Dragon ; Atlas V et la capsule Starliner à venir sous peu), les États-Unis passent enfin à la génération post-Apollo et post-navette, avec des capacités désormais très supérieures à celle de l'époque.



La fusée Space Launch System de la NASA transportant le vaisseau spatial Orion est lancée lors de l'essai en vol Artemis I, le mercredi 16 novembre 2022, depuis le complexe de lancement 39B du Centre spatial Kennedy de la NASA en Floride. / NASA's Space Launch System rocket carrying the Orion spacecraft launches on the Artemis I flight test, Wednesday, Nov. 16, 2022, from Launch Complex 39B at NASA's Kennedy Space Center in Florida. Photo © NASA

derived directly from the Shuttle's three SSME engines, the diameter of the SLS is that of the Shuttle's main tank, allowing Boeing to partially reuse its industrial tool, and the upper stage engine is a version of Aerojet Rocketdyne's RL10.

For the Orion system, anticipated in the ARES programme, the approach was identical, and the European ESM module was based directly on the engines previously developed

for the ATV³ and on components from the American Shuttle for the propellant systems.

The SLS programme, then, largely consisted of creating an architecture based on these elementary building blocks, designing and developing the propulsion stages and

3. ATV: Automated Transfer Vehicle, a European automated vehicle for servicing the International Space Station.

complete avionics, and then carrying out several test campaigns made spectacular by the size of the specimens tested. In addition to the technical optimisation required by the performance objectives for lunar missions (resulting, for example, in a constructive index⁴ of ~9% for the main stage), a certain industrial optimisation was also sought: in particular, the standardisation of the sections that make up the tanks of the two central stages, which also constitute the inter-tank and inter-stage sections.

Finally, as regards the project management method, one might note the formula for involving industrialists on a cost-plus basis, with a profit-sharing clause for adherence to the schedule.

With the SLS and the highly successful Artemis I mission, and with the return of American launchers for manned missions to the International Space Station (Falcon 9 and its Dragon capsule; Atlas V and the forthcoming Starliner capsule), the United States is finally entering the post-Apollo and post-Shuttle generation with capabilities that are now far superior to those of the past.

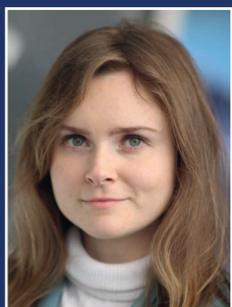
4. Constructive index: ratio between the mass of the empty stage and the mass of the stage filled with propellant.

Emmène-moi sur la Lune

Airbus construit le module de service européen pour les missions Artemis de la NASA

Dans le cadre de son programme Artemis, la NASA prévoit de retourner sur la Lune, avec un alunissage prévu en 2025. L'Europe et Airbus jouent un rôle majeur dans cette aventure ambitieuse.

Lorsque le nouveau vaisseau spatial Orion de la NASA mettra le cap sur la Lune pour son retour historique, il s'appuiera sur la technologie Airbus pour les fonctions essentielles dont les astronautes ont besoin pour rester en vie



Alexandra SCHLEINING

Communications, Airbus Defence & Space

Communications, Airbus Defence & Space

Fly me to the Moon

Airbus builds the European Service Module for NASA's Artemis missions

Under its Artemis programme, NASA is planning to return to the Moon with a landing on its surface scheduled for 2025. Europe and Airbus are playing a major role in this ambitious undertaking.

When NASA's new Orion spacecraft sets course for its historic return to the Moon, it will rely on Airbus technology

– de l'approvisionnement en air et en eau à la propulsion, en passant par l'alimentation et le contrôle thermique.

La mission Artemis I 2022, un vol d'essai de 25 jours sans équipage, a vu le vaisseau spatial Orion se diriger vers la Lune et se mettre en orbite autour d'elle avant de revenir sur Terre après un voyage de plus de 7000000 de kilomètres.

Pour la toute première fois, la NASA a confié à une entreprise non américaine la construction d'un élément essentiel à la mission d'un vol habité américain : dans le cadre d'un contrat de l'Agence spatiale européenne (ESA), Airbus à Brême, en Allemagne, est chargé de construire le module de service européen (ESM), qui à la fois propulse et manœuvre le vaisseau spatial Orion et fournit à l'équipage du vaisseau spatial les éléments de survie essentiels.

En route pour la Lune avec Orion et son ESM

Le développement du vaisseau spatial Orion permet de transporter des astronautes plus loin que jamais auparavant dans l'espace, assurant la

survie de l'équipage pendant le vol et en permettant un retour sur Terre en toute sécurité.

Le vaisseau spatial se compose de deux parties principales : le module d'équipage, qui constitue l'habitat pour jusqu'à quatre astronautes et leur équipement, et le module de service, qui fournit la propulsion, l'énergie, l'eau, l'oxygène et l'azote et maintient le vaisseau spatial à la bonne température et sur sa trajectoire. Le module de service est installé sous le module d'équipage, grâce à l'adaptateur, qui relie les systèmes entre les deux modules.

L'ESM d'Orion est de forme cylindrique et mesure environ quatre mètres de diamètre et de hauteur. Au lancement, il pèse au total un peu plus de 13 tonnes, ce qui représente environ deux tiers de la masse totale du vaisseau spatial Orion.

Pour produire de l'énergie, l'ESM s'appuie sur un réseau solaire à quatre ailes qui se déploiera après le lancement. 15000 cellules solaires produisent suffisamment d'énergie pour alimenter l'équivalent de deux foyers.

for essential functions that the astronauts need to stay alive – from the supply of air and water to propulsion, power and thermal control.

The 2022 Artemis I mission, an uncrewed 25-day test flight, saw the Orion spacecraft venture toward the Moon and orbit around it before returning to Earth after a journey of more than 7,000,000 kilometres.

For the first time ever, NASA has entrusted a non-US company to build a mission-critical element for an American human spaceflight mission: Under an ESA contract, Airbus in Bremen, Germany, is responsible for building the European Service Module (ESM), which both propels and manoeuvres the Orion spacecraft and provides the spacecraft's crew with essential life support elements.

Off to the Moon with Orion and its ESM

The design of the Orion spacecraft enables astronauts to be transported further into space than ever before, providing life support for the crew during the flight and enabling a safe return to Earth.

The spacecraft consists of two main parts: The Crew Module, the habitat for up to four astronauts and their cargo, and the Service Module, which provides propulsion, power, water, oxygen and nitrogen as well as keeping the spacecraft at the right temperature and on course. The Service Module is installed underneath the crew module, attached via the Crew Module Adapter, which connects the systems between the two modules.

The Orion ESM is cylindrical in shape and approximately four metres in diameter and height. At launch, it weighs just over 13 tonnes, making up roughly 3/5 of the Orion spacecraft's total mass.

The ESM relies on a distinctive four-wing solar array that will unfold after launch for power generation. 15,000 solar cells generate enough energy to power the equivalent of two households.

More than 20,000 parts and components make up each ESM, from electrical equipment to engines, solar panels, fuel tanks and life support

Plus de 20000 pièces et composants sont utilisés pour chaque ESM, de l'équipement électrique aux moteurs, en passant par les panneaux solaires, les réservoirs de carburant et les fournitures de survie, jusqu'à environ 12 kilomètres de câbles.

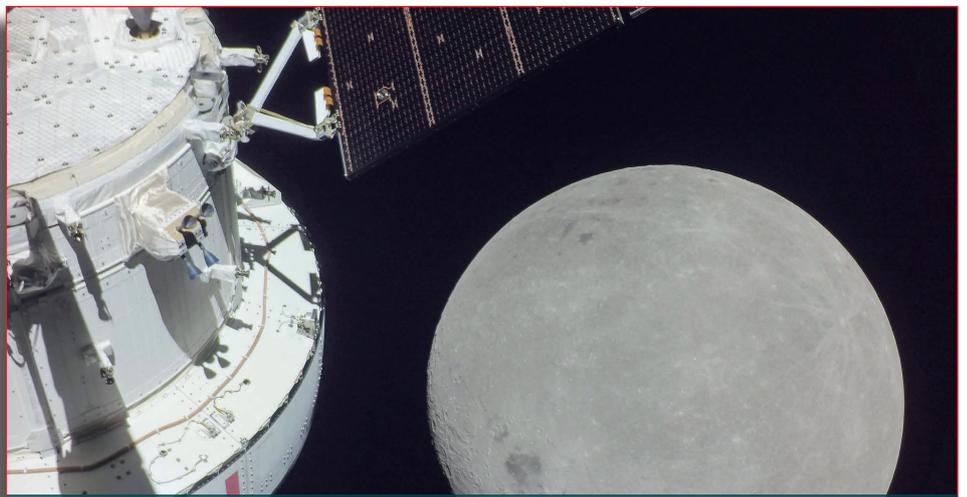
Une contribution européenne historique

La série de missions Artemis est rendue possible grâce au savoir-faire et au matériel européens. L'ESM est construit par le maître d'œuvre Airbus Defence and Space, avec des composants fournis par des entreprises de toute l'Europe. Le produit final est assemblé en Europe avant d'être expédié à la NASA aux États-Unis.

À la fin de la mission, le module de service se consumera dans l'atmosphère terrestre, tandis que le module d'équipage amerrira dans l'océan Pacifique.

Cinq autres modules de service pour les prochaines missions Artemis

Airbus a été chargé par l'ESA de construire un total de six modules de service européens (ESM-1 à 6).



Une partie de la face cachée de la Lune apparaît en grand juste au-delà du vaisseau spatial Orion sur cette image prise le 21 novembre 2022, sixième jour de la mission Artemis I, par une caméra située à l'extrémité de l'un des panneaux solaires d'Orion. La tache la plus sombre visible près du milieu de l'image est Mare Orientale. / A portion of the far side of the Moon looms large just beyond the Orion spacecraft in this image taken on November 21 2022, the sixth day of the Artemis I mission, by a camera on the tip of one of Orion's solar arrays. The darkest spot visible near the middle of the image is Mare Orientale.

Photo © NASA

Le premier module, ESM-1 – baptisé "Bremen" – a été livré à la NASA en novembre 2018 et s'est accouplé avec le module d'équipage Orion. Après que le vaisseau spatial entièrement intégré a été testé, l'Europe a officiellement remis l'ESM-1 aux États-Unis en décembre 2020, et il est revenu de sa mission réussie le 11 décembre 2022.

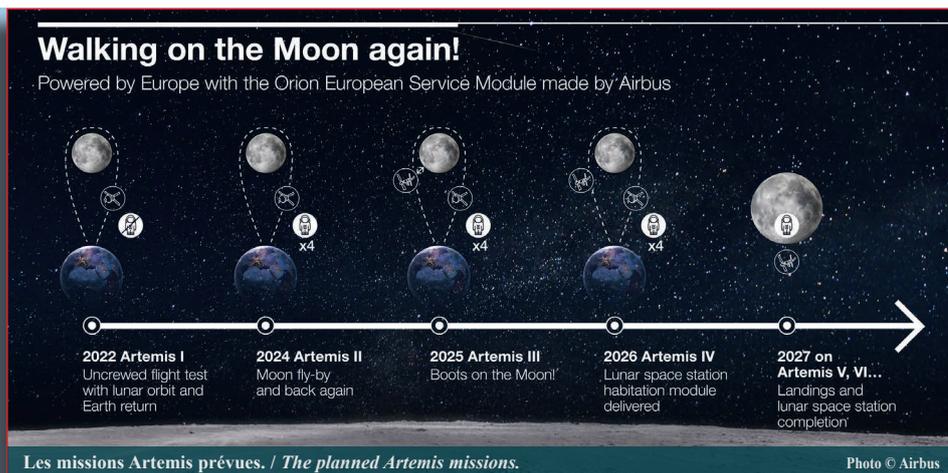
Le deuxième ESM a été livré en octobre 2021. Il fera partie de la mission ArtemisII, qui transportera les premiers astronautes autour de la Lune et les ramènera sur Terre. Le lancement d'ArtemisII est prévu pour 2024.

En mai 2020, l'ESA et Airbus ont signé le contrat pour la construction du troisième ESM. Ce module alimentera la mission ArtemisIII, qui verra la première femme et la première personne de couleur poser le pied sur la Lune. La structure de ce module est terminée

et l'intégration des sous-systèmes et des équipements se déroule aujourd'hui dans la salle blanche d'Airbus à Brême. Cette mission est actuellement envisagée au plus tôt en 2025.

Trois autres ESM seront utilisés pour les missions ArtemisIV à VI, dont les deux premières font partie de la contribution européenne à la station orbitale internationale Gateway, dont l'assemblage est prévu sur une orbite lunaire.

ArtemisI était la première d'une série de missions de plus en plus complexes visant à jeter les bases de l'exploration humaine de l'espace lointain et à franchir une étape importante vers le retour d'astronautes sur la Lune, l'Europe étant l'un des principaux acteurs de la plus grande aventure de l'humanité.



Les missions Artemis prévues. / The planned Artemis missions.

Photo © Airbus

supplies, including approximately 12 kilometres of cables.

Historic European contribution

The Artemis mission series is made possible by European know-how and hardware. The ESM is built by main contractor Airbus Defence and Space, with companies all over Europe supplying components. The final product is assembled in Europe before being shipped to NASA in the USA.

At the end of the mission, the ESM will burn up in the Earth's atmosphere, while the Crew Module will splash down in the Pacific Ocean.

Five further service modules for upcoming Artemis missions

Airbus has been contracted by ESA to build a total of six European Service Modules (ESM-1 to 6).

The first module, ESM-1 – christened 'Bremen' – was delivered to NASA in November 2018, and mated with the Orion Crew Module. After the

fully integrated spacecraft underwent testing, Europe officially handed the ESM-1 over to the US in December 2020, and it returned from its successful mission on 11 December 2022.

The second ESM was delivered in October 2021. It will be part of the ArtemisII mission, which will fly the first astronauts around the Moon and back to Earth. The ArtemisII launch is currently planned for 2024.

In May 2020, ESA and Airbus signed the contract for the construction of the third ESM. This module will power the ArtemisIII mission, set to see the first woman and first person of colour setting foot on the Moon. The structure for this module has been completed and subsystem and equipment integration is taking place in the Airbus cleanroom in Bremen today. This mission is currently envisaged no earlier than 2025.

Three further ESMs will be used for the Artemis IV to VI missions, the first two of which are part of the European contribution to the international Gateway, a station planned to be assembled in a lunar orbit.

ArtemisI was the first in a series of increasingly complex missions to provide a foundation for human exploration in deep space and a major step toward returning astronauts to the Moon with Europe as a lead actor in humankind's greatest adventure.



Le télescope James Webb

Un géant dans l'espace

Le James Webb Space Telescope (JWST) est le télescope le plus grand et le plus complexe jamais envoyé dans l'espace pour faire avancer notre connaissance de l'Univers. C'est une mission phare de la NASA à laquelle participe l'Europe à travers l'ESA et le Canada à travers son agence spatiale. Avec une surface collectrice de 25m² et des observations dans l'infrarouge, ce télescope donne accès à une partie de l'Univers complètement

inconnue. Il permet à la communauté scientifique d'observer les toutes premières galaxies formées dans l'Univers quelques centaines de millions d'années après le Big Bang, de "percer" les nuages de gaz et de poussière pour aller voir les étoiles en train de se former, de caractériser l'atmosphère d'exoplanètes géantes gazeuses, mais aussi d'exoplanètes rocheuses de la taille de la Terre, etc.

Ce bijou de technologie a été lancé le 25 décembre 2021 par une fusée Ariane depuis le Centre spatial guyanais du CNES à Kourou. Le lancement a été proche de la perfection, si bien qu'une grande partie de l'ergol qui avait été réservé pour des corrections de trajectoire lors de la croisière du télescope vers le point de Lagrange L2 situé à 1,5 million de kilomètres de la Terre n'a pas été utilisée. En conséquence, les réserves sont telles que le télescope peut, de ce point de vue, rester en opération 26,5 ans, au lieu des 10 ans spécifiés.

Deux semaines après le lancement, le télescope était complètement

déployé. Plusieurs "premières" ont été réalisées. On peut mettre en avant le déploiement dans l'espace d'un bouclier thermique de la taille d'un terrain de tennis. Constitué de cinq fines couches de Kapton, cet écran empêche les rayons du Soleil et de la Terre d'atteindre le télescope qui peut alors se refroidir passivement à une température de -233°C ; une telle température est nécessaire pour que la lumière émise par le télescope ne gêne pas les observations. Autre première : le miroir primaire ; d'un diamètre de 6,5m, il est constitué de 18 miroirs hexagonaux faits de béryllium recouvert d'une fine couche d'or, dont la forme finale est donnée grâce à six actionneurs placés derrière chaque hexagone. Le fait de ne pas avoir besoin d'un miroir rigide au moment du lancement a permis d'avoir un miroir primaire plus léger que celui du Hubble Space Telescope qui est pourtant beaucoup plus petit (2,4m de diamètre). Pour donner une autre illustration de la complexité du JWST, mentionnons le nombre de points de panne unique au moment du lancement : 344, ce qui est hors norme.



Pierre-Olivier LAGAGE

Co-PI de l'instrument MIRI du JWST, astrophysicien chez CEA

Co-Principal Investigator of the JWST MIRI instrument, astrophysicist at French Alternative Energies and Atomic Energy Commission (CEA)

The James Webb Telescope

A giant in space

The James Webb Space Telescope (JWST) is the largest and most complex telescope ever sent into space to further our knowledge of the Universe. It is one of NASA's flagship missions, with participation of the European and Canadian space agencies. With a collecting surface of 25 m² and infrared observations, this telescope provides access to a completely unknown part of the Universe. It will enable the scientific community to observe

the very first galaxies that formed in the Universe a few hundred million years after the Big Bang, to look through clouds of gas and dust to see stars in the process of formation, to characterise the atmospheres of gas giant exoplanets, but also rocky exoplanets the size of the Earth, etc.

This marvel of technology was launched on 25 December 2021 by an Ariane rocket from the CNES Guiana Space Centre in Kourou. The launch was so close to perfection that much of the fuel reserved for trajectory corrections during the telescope's journey to the L2 Lagrange point, 1.5 million kilometres from Earth, was not used. As a result, the reserves are such that the telescope will be able to operate in this respect for 26.5 years instead of the specified 10 years.

Two weeks after launch, the telescope was fully operational. Several "firsts" were achieved. The most notable was the deployment in space of a heat shield the size of a tennis court. This shield, made up of five thin layers of Kapton, prevents the Sun's and Earth's

rays from reaching the telescope, allowing it to cool down passively to a temperature of -233°C; such a temperature is necessary so that the light emitted by the telescope does not interfere with observations. Another first is the primary mirror, which has a diameter of 6.5 metres and consists of 18 hexagonal mirrors made of beryllium coated with a thin layer of gold, whose final shape is determined by six actuators located behind each hexagon. The fact that a rigid mirror was not required at launch meant that the primary mirror was lighter than that of the Hubble Space Telescope, which is much smaller (2.4 m in diameter). Another indication of the complexity of JWST is the number of single points of failure at launch: 344, which is exceptional.

The telescope has four instruments. Three instruments (NIRCam, NIRISS and NIRSpec) allow observations in the near-infrared wavelength range (0.6 to 5 microns wavelength) and one instrument, MIRI (Mid InfraRed Instrument), will allow observations in the mid-infrared wavelength range (5 to 28 microns



Figure 1 - À gauche : image d'une région du grand nuage de Magellan obtenue avec l'instrument IRAC du satellite Spitzer, prédécesseur du JWST dans l'infrarouge. À droite : image du même champ obtenu avec l'instrument MIRIm du JWST. On voit très nettement le gain en acuité et en sensibilité qu'apporte le JWST. À noter que, comme les observations sont faites dans l'infrarouge, les images présentées sont des images en fausses couleurs ; c'est-à-dire qu'à chaque couleur infrarouge est associée une couleur visible. / Left: image of a region of the Large Magellanic Cloud taken with the IRAC instrument on Spitzer, JWST's infrared predecessor. Right: image of the same field taken with JWST's MIRIm instrument. The gain in sharpness and sensitivity provided by JWST is clearly visible. Note that because the observations are made in the infrared, the images shown are false-colour images; that is, each infrared colour is associated with a visible colour.

Photo © Spitzer: NASA/JPL-Caltech; MIRI: NASA/ESA/CSA/STScI

Le télescope est équipé de quatre instruments. Trois instruments (NIRCam, NIRISS et NIRSpec) permettent des observations dans la gamme de longueur d'onde dite "infrarouge proche" (de 0,6 à 5 microns de longueur d'onde) ; un instrument, MIRI (Mid InfraRed Instrument), permet des observations dans l'infrarouge moyen (5 - 28 microns de longueur d'onde). Outre la prise en charge du lancement, l'Europe s'est positionnée au niveau des instruments NIRSpec et MIRI. Le spectromètre NIRSpec a été développé par l'ESA avec comme maître d'œuvre Airbus Defence and Space Germany. Il permet, notamment, de faire simultanément des spectres d'une centaine de sources (Multi Object Spectrometer – MOS) dans un champ de 3 minutes d'arc par 3 minutes d'arc, grâce à la possibi-

lité d'ouvrir ou de fermer 250 000 obturateurs. C'est le premier spectrographe spatial doté de cette capacité multi-objets. L'instrument MIRI a été développé en collaboration entre plusieurs laboratoires spatiaux européens et le centre NASA JPL (Jet Propulsion Laboratory) sous la responsabilité globale de Gillian Wright de l'Observatoire royal d'Édimbourg. Il est composé de deux parties : un imageur, MIRIm qui a trois modes d'observations et un spectromètre, le MRS (Medium Resolution Spectrographe). Sous l'égide du CNES et la maîtrise d'œuvre du CEA, la France a pris en charge MIRIm. Les performances du télescope et de ses instruments sont, à bien des égards, meilleures que spécifiées. Le gain apporté par le

JWST en résolution angulaire et en sensibilité est impressionnant (voir Figure 1).

Depuis juillet 2022, le JWST est en exploitation scientifique. L'ESA contribue aux opérations avec une quinzaine de personnes employées par l'agence qui travaillent au centre d'opération du JWST situé au STScI (Space Telescope Science Institute) à Baltimore, États-Unis. La moisson scientifique a commencé et s'avère exceptionnelle ; des galaxies plus lointaines que celles observées par le HST ont été étudiées, avec déjà des surprises ; des atmosphères d'exoplanètes géantes ont été sondées, avec la détection attendue de CO₂ dans l'atmosphère de l'exoplanète WASP39b, et la détection inattendue de SO₂...

wavelength). In addition to taking the lead on the launch, Europe has positioned itself at the level of the NIRSpec and MIRI instruments. The NIRSpec spectrometer was developed by ESA with Airbus Defence and Space Germany as prime contractor. In particular, it can simultaneously take spectra from a hundred sources (Multi Object Spectrometer – MOS) in a field of 3 arcmin by 3 arcmin, thanks to the possibility of opening or closing 250,000 shutters. It is the first space spectrograph with this multi-object capability. The MIRI instrument was developed in collaboration between several European space laboratories and NASA's Jet Propulsion Laboratory (JPL), under the overall responsibility of Gillian Wright of the Royal Observatory in Edinburgh. It consists of two parts: an imager, MIRIm, with three observation modes, and a spectrometer, the MRS (Medium Resolution Spectrograph). Under the aegis of the CNES and the project management of the CEA, France has taken charge of MIRIm. The performance of the telescope and its instruments is in many respects better than specified. The gains in angular resolution and sensitivity achieved by JWST are impressive (see Figure 1).

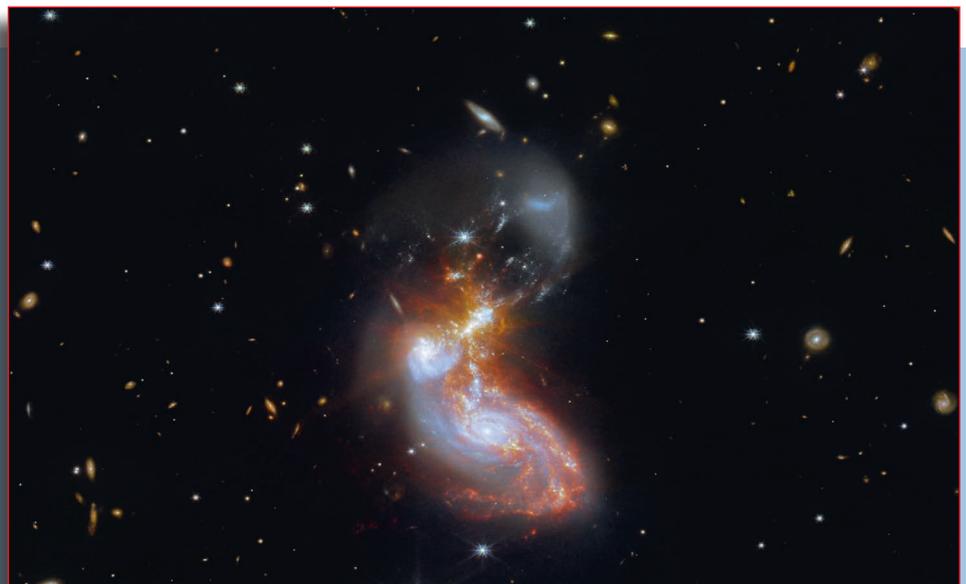


Figure 2 - Image composite à partir d'observations avec MIRIm et NIRCam (Near-InfraRed Camera) de l'interaction entre deux galaxies (connues par les astronomes sous le nom II ZW 96). / Composite image from MIRIm and NIRCam (Near-InfraRed Camera) observations of the interaction between two galaxies (known to astronomers as II ZW 96).

Photo © NASA/ESA/CSA/STScI

JWST began scientific operations in July 2022. ESA contributes to the operations with about 15 ESA staff working at the JWST Operations Centre at the Space Telescope Science Institute (STScI) in Baltimore, USA. The scientific harvest has begun and is proving to be exceptional:

galaxies further away than those observed by Hubble have been observed, with some surprises already; the atmospheres of giant exoplanets have been probed, with the expected detection of CO₂ in the atmosphere of exoplanet WASP39b and the unexpected detection of SO₂...



Colloque sur les eVTOL

Compte rendu

De nombreux projets d'eVTOL (*electrical Vertical Take-Off and Landing aircraft* ou aéronefs à décollage et atterrissage vertical à propulsion électrique) voient le jour (on en compte environ 400 dans le monde) et visent le marché de l'UAM (*Urban Air Mobility* ou mobilité aérienne urbaine), c'est-à-dire celui des taxis aériens. Ce marché était couvert jusqu'à ce jour par les hélicoptères, mais avec peu de succès à cause du prix de la course trop élevé et des nuisances en particu-

lier sonores qui motivaient l'opposition vigoureuse du public survolé.

L'Académie a consacré deux dossiers à ce sujet, un premier en 2018 sur le transport de passagers par hélicoptères (Dossier 44) et le deuxième en 2022 sur la viabilité des eVTOL (Dossier 53). Ce dernier dossier a conclu que le déploiement de l'UAM était conditionné par le franchissement d'obstacles techniques et économiques significatifs.

L'objectif du colloque organisé par l'AAE les 21 et 22 septembre 2022 en duplex à Paris et Toulouse était de réunir les acteurs-clés de l'UAM pour faire le point des développements en cours et identifier les actions essentielles nécessaires à la réussite du déploiement de l'aéromobilité urbaine.

Il a rassemblé 250 participants – industriels développeurs, futurs opérateurs, organismes de recherche, services publics et autorités responsables des réglementations – pour mettre en lumière les solutions envisagées et les progrès à réaliser sur les aspects les plus critiques du dévelop-

pement de l'aéromobilité urbaine en six sessions traitant les sujets suivants :

- le besoin, le marché et le cahier des charges UAM ;
- les solutions techniques de véhicules et les performances de la chaîne de propulsion électrique ;
- les vertiports et infrastructures au sol ;
- les objectifs de bruit et les solutions pour les satisfaire ;
- la certification, la réglementation opérationnelle et la gestion du trafic et des trajectoires ;
- les aspects économiques et l'acceptation par le public.

Il était complété par une table ronde pour dégager les sujets à traiter en priorité pour assurer le succès du déploiement.

Le discours d'ouverture par Henrik Hololei, directeur général de la mobilité et des transports à la Commission européenne, a mis en lumière le soutien de la Commission au développement de l'UAM car il est susceptible de répondre aux attentes du citoyen européen en matière de



Alain CASSIER

Ancien directeur de programme A350-1000, Airbus, membre de l'AAE, président du colloque

Former A350-1000 Programme Manager, Airbus, member of AAE and conference chair

viability of eVTOLs (Dossier 53). The latter concluded that the introduction of UAM would require overcoming significant technical and economic obstacles.

The aim of the conference organised by the AAE on 21 and 22 September 2022 in Paris and Toulouse was to bring together the main players in UAM to take stock of current developments and identify the key actions needed for the successful deployment of urban aeromobility.

It brought together 250 participants – industrial developers, future operators, research organisations, public services and regulators – to identify the solutions envisaged and the progress to be made on the most critical aspects of the development of urban aeromobility in six sessions on the following topics:

- market, specifications and requirements for operating in cities;
- technical solutions for vehicles and propulsion system performance;
- vertiports in urban and airport environments – battery charging;

- noise targets and how to achieve them;
- certification, security, management and automation of operations;
- material, social and economic aspects.

This was complemented by a round table discussion to identify the priority issues that need to be addressed to ensure successful deployment.

In his opening speech, Henrik Hololei, Director General for Mobility and Transport at the European Commission, underlined the Commission's support for the development of UAM to meet the expectations of European citizens in terms of future mobility and as an opportunity for economic development.

Patrick Ky, Executive Director of EASA (European Aviation Safety Agency), explained that EASA is involved in this support and organised a survey which showed that European citizens have a positive attitude as long as environmental and safety objectives are met. EASA has also drawn up specifications for the certification of the first eVTOLs.

Conference on eVTOLs

A report

Many eVTOL (*electric vertical take-off and landing aircraft*) projects are under development (about 400 worldwide) and are aimed at the UAM (*urban air mobility*) market of air taxis. This market has so far been served by helicopters, but with little success due to the high cost of fares and level of noise pollution, which has led to strong opposition from those living under flight paths.

AAE has devoted two dossiers to this subject, the first in 2018 on passenger transport by helicopter (Dossier 44) and the second in 2022 on the

futures mobilités et il constitue une opportunité de développement économique.

Patrick Ky, directeur exécutif de l'EASA (Agence de certification européenne), a expliqué que l'EASA participe à ce soutien. Elle a organisé un sondage qui a montré une attitude positive du citoyen européen pour autant que les objectifs concernant l'environnement et la sécurité soient atteints. De plus, l'EASA a mis en place les spécifications pour la certification des premiers eVTOL.

Un des enseignements de **la session 1** est que le marché des eVTOL n'est pas limité à l'UAM et inclut d'autres missions aujourd'hui réalisées par hélicoptère, comme l'accès aux populations dans les zones reculées, les services d'urgence et de police. L'UAM doit être conçu comme un service de transport global dont il faut assurer la multimodalité. Le panel de municipalités de grandes métropoles européennes intégré à la session 1 a montré une attitude réservée dans l'attente de la confirmation que le service est accessible au plus grand nombre et que l'impact



Une intervenante du colloque : Juliana Kiraly d'EVE Urban Air Mobility. / A speaker at the conference: Juliana Kiraly of EVE Urban Air Mobility. Photo © AAE / Gaël Kazaz

environnemental est acceptable par les populations urbaines. L'expérimentation opérationnelle conduite par ADP en préparation d'un service UAM expérimental à l'occasion des Jeux olympiques de Paris 2024 présente l'intérêt de rassembler les acteurs concernés par le développement de l'UAM et de tester le service en conditions opérationnelles réelles, y compris l'acceptation par le public.

Dans **la session 2**, dédiée aux différents projets eVTOL, les constructeurs ont affiché leur confiance dans l'atteinte des objectifs de performance des missions UAM et la mise en opération dès 2024. Les progrès prévisibles de la technologie des batteries permettent d'apporter des marges sur les distances d'étape des missions intra-cité, mais celles

nécessaires aux missions inter-cité resteront difficiles à atteindre.

La session 3 sur les infrastructures au sol a montré que les difficultés subsistent sur l'implantation des vertiports dans les métropoles et au sein des aéroports et il n'y pour l'instant pas de réalisations concrètes. Cependant quelques projets sont bien avancés pour des liaisons interurbaines (comme par exemple en Floride). Une forte collaboration entre tous les acteurs apparaît nécessaire pour assurer le succès du déploiement de l'UAM.

La session 4 était consacrée au bruit, un critère principal d'acceptabilité par le public. L'objectif d'un niveau de bruit se fondant dans le bruit ambiant est bien pris en compte,



Séance de questions-réponses sur les objectifs en matière de bruit. / Q&R session on noise targets. Photo © AAE / Gaël Kazaz

One of the lessons learned from **Session 1** is that the eVTOL market is not limited to UAM and includes other missions currently performed by helicopters, such as access to remote populations, emergency and police services. UAM should be conceived as a global transport service in which multimodality is vital. The representatives of local authorities from major European cities who took part in session 1 remained cautious,

pending confirmation that the service would be accessible to as many people as possible and that the environmental impact would be acceptable to urban populations. The operational experiment conducted by ADP in preparation for an experimental UAM service for the Paris 2024 Olympic Games has the advantage of bringing together the stakeholders involved in the development of UAM and testing the service in

real operational conditions, including public acceptance.

In **Session 2**, dedicated to the various eVTOL projects, the manufacturers expressed their confidence that the performance objectives of the UAM missions will be met and that the service will be operational by 2024. Foreseeable progress in battery technology will allow margins on the step distances



mais la façon de mesurer et de caractériser la nuisance sonore en environnement urbain reste à définir. Les méthodes de prédiction des nuisances sonores sont maintenant disponibles et les solutions pour réduire les émissions de bruit sont connues et permettent donc d'optimiser la conception des eVTOL. Les premières mesures de bruit en survol des prototypes sont encourageantes et donnent des valeurs inférieures à celles des hélicoptères de taille comparable. Ce bon résultat reste à confirmer en décollage et atterrissage et en environnement urbain.

La session 5 a confirmé l'implication des organismes de certification, en particulier de la FAA et de l'EASA qui ont publié chacune une spécification de certification qui ne sont malheureusement pas harmonisées. Eurocontrol travaille, dans le cadre du programme SESAR, sur la gestion du trafic aérien basse altitude et sur la compatibilité des trafics de drone et UAM ; pour l'instant cette compatibilité reste assurée par la séparation des trafics.

L'automatisation du vol, qui pourrait permettre le vol sans pilote, est envisagée

pour la réduction des coûts d'exploitation et pour remédier à la prévision de pénurie de pilote. Elle reste un objectif lointain en raison des difficultés de certification et des réticences du public et des futurs usagers. En conséquence, les premières opérations seront effectuées avec un pilote à bord, en respectant les règles de la circulation aérienne des aéronefs pilotés.

La session 6 a recensé les différents projets ayant trait à l'UAM financés par la Commission européenne, et a traité des aspects sociaux-économiques du développement de l'UAM.

Le prix du service est essentiel pour permettre l'accès au plus grand nombre et l'objectif est de s'approcher de celui du transport en taxi-limousine. Ceci est difficile à réaliser car il est composé d'une part importante d'éléments qui ne sont pas directement liés au véhicule eVTOL tels que billetterie, taxes d'aéroport et de vertiport, taxes de gestion du trafic.

Les échanges entre les participants à la **table ronde** ont montré leur souci d'éviter que

l'UAM ne soit cantonnée dans un service pour utilisateurs aisés, ce qui minerait le soutien du public. Ils ont exprimé leur volonté de surmonter les difficultés liées aux limitations des infrastructures (vertiports, cheminements, ATM), sans toutefois identifier clairement les solutions.

Dans son discours de clôture, Damien Cazé, directeur général de l'Aviation civile France, a assuré de la mobilisation des services de la DGAC pour créer des conditions réglementaires favorables au développement de l'UAM en France et en particulier lors de l'expérimentation qui est prévue pendant les Jeux olympiques en 2024.

En conclusion, le colloque UAM organisé par l'AAE a permis de faire un tour d'horizon de tous les aspects du développement de ce nouveau système d'aéromobilité urbaine. Il a donné aux acteurs de ce développement la visibilité nécessaire pour prendre les bonnes décisions dans leurs domaines respectifs.

La mise en opération des premiers eVTOL est envisagée d'ici quelques années et il est raisonnable de s'attendre à ce que leur déploiement concerne dans un premier temps certaines des missions des petits hélicoptères en utilisant les infrastructures existantes (notamment héliports et gestion du trafic).

for intra-city missions, but those required for inter-city missions will remain difficult to achieve.

Session 3 on ground infrastructure showed that there are still difficulties in establishing vertiports in cities and within airports, and there are no concrete achievements at the moment. However, some projects for inter-city links are well advanced (e.g. in Florida). A strong collaboration between all stakeholders seems to be necessary to ensure the success of the deployment of UAM.

Session 4 was devoted to noise, a key criterion for public acceptance. While the aim of a noise level that blends in with the surrounding noise is understood, ways to measure and characterise noise in the urban environment remain to be defined. Methods for predicting noise are now available and solutions for reducing noise emissions are known, making it possible to optimise the design of eVTOLs. The first flight noise measurements of the prototypes are encouraging and show values lower than those of helicopters of comparable size. This good result remains to be confirmed during take-off and landing and in urban environments.

Session 5 confirmed the involvement of the certification authorities, in particular the FAA

and EASA, each of which has published a certification specification, which are unfortunately not harmonised. Under the SESAR programme, Eurocontrol is working on the management of low-level air traffic and the compatibility of UAV and UAM traffic, which is currently ensured by traffic separation.

Flight automation, which could enable unmanned flight, is envisaged to reduce operating costs and address the predicted shortage of pilots. It remains a distant goal, however, due to certification difficulties and the reluctance of the public and future users. Consequently, the first operations will be carried out with a pilot on board, respecting the air traffic rules of the aircraft flown.

Session 6 reviewed the various UAM-related projects funded by the European Commission and addressed the social and economic aspects of UAM development.

The price of the service is essential to make it accessible to as many people as possible, and the aim is to bring it closer to the price of a taxi or limousine. This is difficult to achieve because it is made up of a large proportion of elements that are not directly linked to the eVTOL vehicle, such as ticketing, airport and vertiport taxes and traffic management taxes.

Round table participants were concerned that UAM should not be restricted to a service for wealthy users, which would undermine public support. They expressed their willingness to overcome the difficulties linked to infrastructure constraints (vertiports, paths, ATMs), without however clearly identifying solutions.

In his closing speech, Damien Cazé, Director General of Civil Aviation France, promised to mobilise the services of the DGCA to create a favourable regulatory environment for the development of UAM in France, in particular during the experiments planned for the 2024 Olympic Games.

In conclusion, the AAE conference on UAM provided an overview of all aspects of the development of this new urban air mobility system. It gave the players involved in this development the necessary visibility to make the right decisions in their respective fields.

The first eVTOLs are expected to be in operation within the next few years, and it is reasonable to assume that their use will initially overlap with some small helicopter missions, using existing infrastructure (in particular heliports and traffic management).



Vie de l'Académie

Séance

Les premières rencontres de l'année de l'Académie se déroulent à Toulouse, le 23 février après-midi et le 24 février. Le premier jour, après un buffet lunch offert par Airbus sur le site de Saint-Martin, les membres assistent à une remarquable présentation d'Antoine Bouvier, directeur de la Stratégie Airbus, en présence de notre confrère Marc Hamy, vice-président d'Airbus, et d'Olivier Lesbre, directeur général de l'ISAE-SUPAERO. L'après-midi se poursuit par la visite de la chaîne des A321 dans l'ancien hall d'assemblage des A380.

La deuxième journée se tient à la Cité de l'espace où les membres sont accueillis par Jean-Baptiste Desbois, directeur général de la SEMECCEL. Le président Michel Wachenheim ouvre la séance privée en souhaitant la bienvenue aux académiciens ainsi qu'à Rémy Lambertin, représentant la corporation associée Airbus Defence & Space, puis accueille Jean Pinet, pour un hommage à notre confrère disparu, Claude Bechet.

Le président poursuit en indiquant le nombre de postes de membres et de correspondants à pourvoir. Le trésorier Guy Rupied présente ensuite les comptes de résultat de l'année écoulée, le budget prévisionnel 2023 et lit le rapport du Commissaire aux comptes, Christian Laffitte, excusé. Ces résolutions sont approuvées à l'unanimité.

Cordula Barzantny et Bertrand de Montluc présentent leurs discours de

réception illustrant des parcours à la fois passionnants et très divers, sur "Academic intrapreneurship – une passion aéronautique et spatiale pour former les talents" et "La diplomatie de Galileo", suivis d'un déjeuner convivial au restaurant de la Cité de l'espace.

Ensuite, à la salle IMAX, est projeté le dernier film de la Cité de l'espace : "Chasseurs d'astéroïdes". Après ce film, le président et un petit groupe d'académiciens participent à une mini table ronde sur l'aviation et l'environnement pour un film en préparation pour France 5.

Séance complémentaire

Le 17 mars, l'Académie écoute les discours en distanciel de Marc Baumgartner sur "100 ans du contrôle du trafic aérien. Le



Olivier de L'ESTOILE

Secrétaire général de l'AAE, ancien adjoint au directeur général des Avions civils, Dassault Aviation

Secretary general of AAE, former deputy general manager for civil aircraft, Dassault Aviation

Life of the Academy

Session

AAE's first session of the year was held in Toulouse on 23 February afternoon and 24 February. On the first day, after a buffet lunch provided by Airbus on the Saint-Martin site, members attended a remarkable presentation by Antoine Bouvier, Director of Airbus Strategy, in the presence of our colleague Marc Hamy, Vice-President of Airbus, and Olivier Lesbre, Director General of ISAE-SUPAERO. The afternoon continued with a visit to the A321 line in the former A380 assembly hall.

The second day was spent at the Cité de l'espace, where members were received by Jean-Baptiste Desbois,



Les académiciens en visite à la Cité de l'espace, Toulouse. / AAE members visiting the Cité de l'espace in Toulouse. Photo © AAE

Managing Director of SEMECCEL. President Michel Wachenheim opened the private session, welcoming members as well as Rémy Lambertin, who represented associate partner Airbus Defence & Space, before introducing Jean Pinet for a tribute to our late colleague Claude Bechet.

The President went on to announce the number of member and correspondent posts to be filled. The treasurer, Guy Rupied, then presented the profit and loss account for the previous year, the provisional budget for 2023 and read the report of the auditor, Christian Laffitte, who was excused. These decisions were approved unanimously.

Cordula Barzantny and Bertrand de Montluc gave their acceptance speeches on "Academic intrapre-

neurship – aerospace passion to train talents" and "Galileo diplomacy", displaying exciting and varied careers, followed by a convivial lunch at the Cité de l'espace restaurant.

The latest film from the Cité de l'espace "Asteroid hunters" was then shown in the IMAX theatre. Afterwards, the President and a small group of members took part in a mini round table on aviation and the environment for a film in preparation for France 5.

Supplementary session

On 17 March, acceptance speeches were given remotely by Marc Baumgartner on "100 years of air navigation services. The past – the present – the future", Jean-Philippe Mousnier on "But what is a sociologist doing in this world of engineers?",

passé – le présent – le futur”, Jean-Philippe Mousnier sur “Mais que vient faire un sociologue dans cet univers d’ingénieurs ?”, Bruno le Stradic sur “Consolider une industrie satellitaire européenne” et Simon Henley sur “La contribution de la gestion thermique à une aviation nette zéro et zéro émission”.

Rencontres

- Le 23 février, Michel Wachenheim et Olivier de L'Estoile signent avec Samir Hajije, conseiller municipal délégué en charge des Bibliothèques, une convention avec les Bibliothèques de Toulouse. Ils rencontrent ce même jour, Agnès Plagneux-Bertrand, adjointe au Maire, chargée de l'industrie et de l'économie productive.
- Le 24 février se tient une rencontre entre les bureaux de l'AAE et de l'Académie des technologies pour étudier des thèmes d'études communs.
- Le 14 mars, le président, accompagné de Xavier Bouis et du secrétaire général sont auditionnés par la mission d'information du Sénat sur le “Développement d'une filière biocarburants, carburants synthétiques durables et hydrogène vert”.

Décès

Nous avons la tristesse d'annoncer le décès de nos confrères Claude Bechet, ancien secrétaire général, Mike Benzakein et Jean Calmon, ancien président. Vous en trouverez les hommages ci-contre.



Olivier de L'Estoile et Michel Wachenheim avec Samir Hajije, le 23 février.
Olivier de L'Estoile and Michel Wachenheim with Samir Hajije, on 23 February.

Photo © AAE

Bruno le Stradic on “Consolidating a European satellite industry” and Simon Henley on “The contribution of thermal management to net-zero and zero-emission aviation”.

Meetings

- On 23 February, Michel Wachenheim and Olivier de L'Estoile joined Samir Hajije, municipal councillor responsible for libraries, to sign an agreement with the Bibliothèques de Toulouse. On the same day, they met with Agnès Plagneux-Bertrand, Deputy Mayor in charge of Industry and the Productive Economy.
- On 24 February, a meeting was held between the boards of AAE and the Academy of Technologies to study common themes.
- On 14 March, the President, accompanied by Xavier Bouis and the Secretary General, took part in the Senate's information mission on the “Development of the biofuel, sustainable synthetic fuel and green hydrogen sector”.

Death

It is with great sadness that we announce the passing of our colleagues Claude Bechet, former Secretary General, Mike Benzakein and Jean Calmon, former President. You will find tributes to them opposite.



Claude BECHET

La passion de voler a dicté la carrière de Claude Bechet. Certes il l'a débutée avec un diplôme d'ingénieur mais dès sa sortie de l'ENSEM en 1955 il s'est engagé dans l'Armée de l'air. Il a suivi un stage de formation au Canada le qualifiant pilote de chasse. Au terme de son engagement, après une

période d'opérations en Algérie et alors qu'il volait sur Super Mystère B2 à la 12^e escadre de chasse, il entra en 1960 au Centre d'essais en vol. Déçu de n'être embauché qu'au titre d'ingénieur il choisit en 1962 d'aller chez Air France, qu'il quittera 30 ans plus tard, commandant de bord sur B747.

Avec son empathie naturelle il aimait les rencontres avec échanges et discussions d'idées. Associé à ses qualités de pilote et à sa rigueur d'ingénieur, cela lui ouvrira d'autres perspectives, professionnelles et autres. Ainsi il aura d'importantes responsabilités officielles, principalement autour de l'amélioration de la sécurité, telles que pilote inspecteur de l'Organisme de contrôle en vol et enquêteur d'accidents, secrétaire de l'Europilote, représentant de la France à l'IFALPA, président de l'APNA, premier vice-président de l'Association Les Ailes Brisées.

Enquêteur, lors du premier accident de l'Airbus A320, son honnêteté scrupuleuse lui fit mal supporter les commentaires et attitudes irresponsables de quelques pilotes syndicalistes et de la presse. C'est alors qu'il rejoint l'Aérospatiale et ATR comme ingénieur de sécurité des vols et comme pilote, y travaillant avec Henri Perrier et Gilbert Defer.

Mais ensuite, avec le temps, il ne pourra pas accepter de ne plus piloter. Il volera encore en aéro-club, souvent sur planeur. Il était alors fier de voler avec des jeunes pilotes. Mais on ne peut lutter contre l'âge et il dut arrêter, ce qui l'amena dans une dépression dont il ne s'est jamais remis malgré l'affection de ses deux enfants, de son épouse et de ses amis.

Élu à l'Académie à ses débuts en 1984, il en sera secrétaire général de 2004 à 2007, puis président de la commission Prix et médailles. Il était apprécié par tous pour ses qualités humaines.

Il était officier de la Légion d'Honneur, chevalier de l'Ordre du Mérite, titulaire de la Médaille de l'Aéronautique, preuves s'il en fallait d'une vie d'exception au service de l'aéronautique. C'était un aviateur.

Jean Pinet

Claude Bechet's career was driven by his passion for flying. An engineering graduate from ENSEM in 1955, he joined the French Air Force, then followed a training course in Canada to qualify him as a fighter pilot. At the end of his enlistment, after a period of operations in Algeria and while flying on the Super Mystère B2 at the 12th fighter wing, he joined the Flight Test Centre in 1960. Disappointed to be hired only as an engineer, he chose in 1962 to join Air France, which he left 30 years later as a B747 captain.

With his natural empathy, he loved encounters involving exchanges and discussions of ideas. Combined with his piloting qualities and engineering rigour, this opened up other perspectives, professional and otherwise. He thus held important official responsibilities, mainly around the improvement of safety, such as pilot inspector of the Organisme de contrôle en vol and accident investigator, secretary of Europilote, representative of France at IFALPA, president of APNA, first vice-president of the Association Les Ailes Brisées.

While investigating the first Airbus A320 accident, his scrupulous honesty made it difficult for him to bear the irresponsible comments and attitudes of some union pilots and the press. It was then that he joined Aérospatiale and ATR as a flight safety engineer and pilot, working with Henri Perrier and Gilbert Defer.

As time went by, he found it difficult to accept not flying anymore. He still flew in aeroclubs, often on gliders and was proud to fly with young pilots. But one cannot fight against age and he had to stop in the end, which tipped him into a depression from which he never recovered despite the affection of his two children, his wife and his friends.

Elected to AAE at its beginnings in 1984, he was Secretary General from 2004 to 2007, then President of the Prizes and Medals commission. He was appreciated by all for his human qualities.

An Officer of the Legion of Honour, a Knight of the Order of Merit, and a holder of the Aeronautics Medal, proof if any were needed of an exceptional life in the service of aeronautics, he was first and foremost, an aviator.

Jean Pinet



Jean CALMON

Aux sources du Groupe Safran

Jean Calmon nous a quittés le 27 décembre 2022.

Diplômé de l'École centrale de Paris, Jean Calmon entame en 1956 sa carrière à Snecma dans le domaine de l'aérothermodynamique. On lui doit les premières études en France d'étages de compresseurs supersoniques qui trouveront leur application sur l'ATAR 9K. En 1964, il crée le département Avant-projets pour intensifier la diversification des moteurs civils Snecma.

Après avoir occupé diverses responsabilités d'ingénieurs en chef (Larzac, M45H, Olympus), il est appelé en 1978 par le président Ravaud au poste de directeur de son cabinet. Ce poste lui donnera une vision d'ensemble de la société. C'est donc logiquement qu'il est nommé, en 1980, directeur Technique et Production. Il y jouera un rôle essentiel dans la transformation de Snecma en motoriste majeur avec la modernisation de l'outil industriel, des organisations et des méthodes de travail qui assurent le démarrage de la production des CFM56, le développement du CFM56-5A, pour l'A320, et le lancement du développement du M88 pour le Rafale. Il occupera ce poste jusqu'en 1988, date de son départ en retraite.

Celle-ci venue, il n'a cessé de poursuivre ses activités par sa contribution à notre Académie qu'il présidera de 1998 à 2000, à la rédaction de nombreux articles techniques, historiques...

Début 2022 l'Académie mettait sur son site sa dernière étude : **"La vie en société sans émissions... ou presque"**.

Jean Calmon marquera plusieurs générations de managers par son esprit scientifique, sa rigueur, son souci de transmettre au niveau technique (enseignement ENSTA et ENSPM) comme au niveau management.

Jacques Renvier



Le 8 février 1972 après un vol de 2h26. À l'intérieur du Concorde 001, à Toulouse. De gauche à droite : René Ravaud (PDG de Snecma), Jean Devriese (directeur Technique), André Turcat (pilote d'essais en vol en chef de Concorde), Jean Belson (ingénieur navigant Snecma), Jean Calmon (ingénieur en chef de Concorde).

8 February 1972, after a flight of 2h26, inside Concorde 001, in Toulouse. From left to right: René Ravaud (Snecma CEO), Jean Devriese (Technical director), André Turcat (Concorde chief flight test pilot), Jean Belson (Snecma flight engineer), Jean Calmon (Concorde chief engineer).
Photo © Snecma

possible for the first studies in France on supersonic compressor stages, which were later used on the ATAR 9K. In 1964, he created the Preliminary Projects department to strengthen the diversification of Snecma's civil engine business.

After holding various positions as Chief Engineer (Larzac, M45H, Olympus), he was appointed to lead the cabinet of Chairman Ravaud in 1978. This position gave him a bird's eye view of the company. It was therefore natural that he was appointed Technical and Production director in 1980. He played a key role in transforming Snecma into a major engine manufacturer, modernising its industrial facilities, organisation and working methods, which enabled the start of CFM56 production, developing the CFM56-5A for the A320 and launching the M88 for the Rafale. He held this position until his retirement in 1988.

After his retirement, he continued his activities by contributing to our Academy, which he presided from 1998 to 2000, and by writing numerous technical and historical articles. In early 2022, AAE published his final study on its website: **"Living in a (nearly) zero-emissions society"**.

Jean Calmon will leave his mark on several generations of managers through his scientific spirit, his rigour and his desire to pass on his knowledge both at a technical level (teaching at ENSTA and ENSPM) and at a management level.

Jacques Renvier



Dr. Meyer J. "Mike" BENZAKEIN

"A Renaissance man"

Mike nous a quittés le 17 février 2023. Né à Alexandrie (Égypte), diplômé de l'Institut fédéral de technologie de Zurich et de l'université de Columbia, il a obtenu son doctorat en ingénierie aéronautique à l'université de Wayne en 1966.

Entré chez GE en 1967, Mike rejoint le programme CFM 56 à son début en 1973, il y deviendra un des piliers du succès de ce programme réalisé en coopération avec Safran. En 1993 il est nommé ingénieur en chef du programme GE90, moteur innovant capable d'une poussée décollage de 50t.

En 1995 il est promu General Manager design and systems puis en 1996 il aura la responsabilité de la recherche et technologie de GEAE.

En 2004, il rejoint l'université d'Ohio qu'il quittera en octobre 2022.

Sa carrière exemplaire a été ponctuée par le développement de techniques ambitieuses et innovantes (régulation pleine autorité, aubes fan composite du GE90, performance, réduction du bruit, chambre de combustion anti-émission...) qu'il a menées au succès avec énergie et ténacité.

Respectueux de ses interlocuteurs, toujours courtois et à l'écoute de ses collègues et partenaires, il a été constamment animé de la volonté de résoudre les difficultés en équipe pour le bénéfice du produit final.

Son enthousiasme à partager son expérience, à promouvoir l'innovation ainsi que sa notoriété l'amèneront à recevoir de nombreuses marques de reconnaissances internationales et à nourrir les réflexions de plusieurs organismes US.

Outre notre Académie, Mike était membre de la National Academy of Engineering, de la Royal Aeronautical Society et de l'American Institute of Aeronautics & Astronautics. Il était docteur *honoris causa* de l'université de Poitiers.

Francophone, il savait aussi apprécier la cuisine française.

Jacques Renvier

Jean CALMON: At the origins of the Safran group

Jean Calmon passed away on 27 December 2022.

A graduate of the Paris Ecole Centrale, Jean Calmon began his career in aerothermodynamics at Snecma in 1956. He was respon-

sible for the first studies in France on supersonic compressor stages, which were later used on the ATAR 9K. In 1964, he created the Preliminary Projects department to strengthen the diversification of Snecma's civil engine business.

After holding various positions as Chief Engineer (Larzac, M45H, Olympus), he was appointed to lead the cabinet of Chairman Ravaud in 1978. This position gave him a bird's eye view of the company. It was therefore natural that he was appointed Technical and Production director in 1980. He played a key role in transforming Snecma into a major engine manufacturer, modernising its industrial facilities, organisation and working methods, which enabled the start of CFM56 production, developing the CFM56-5A for the A320 and launching the M88 for the Rafale. He held this position until his retirement in 1988.

After his retirement, he continued his activities by contributing to our Academy, which he presided from 1998 to 2000, and by writing numerous technical and historical articles. In early 2022, AAE published his final study on its website: **"Living in a (nearly) zero-emissions society"**.

Jean Calmon will leave his mark on several generations of managers through his scientific spirit, his rigour and his desire to pass on his knowledge both at a technical level (teaching at ENSTA and ENSPM) and at a management level.

Jacques Renvier

Dr. Meyer J. "Mike" BENZAKEIN: "A Renaissance man"

Mike passed away on 17 February 2023. Born in Alexandria, Egypt, he graduated from the Swiss Federal Institute of Technology in Zurich as well as Columbia University and received his Ph.D. in aeronautical engineering from Wayne University in 1966.

Mike entered GE in 1967 and joined the CFM56 programme at its inception in 1973, going on to play a key role in the success of this joint programme with Safran. In 1993, he was appointed chief engineer of the GE90 programme, an innovative 50 tonne take-off thrust engine.

In 1995, he was promoted to general manager Design and Systems, and in 1996, was given responsibility for Research and Technology at GEAE.

In 2004, he joined Ohio University, leaving in October 2022.

His exemplary career was marked by the development of ambitious and innovative technologies (full authority control, GE90 composite fan blades, power, noise reduction, anti-emission combustor, etc.), which he brought to success with energy and tenacity.

Respectful of his interlocutors, always courteous and attentive to his colleagues and partners, he was constantly driven by the will to solve difficulties as a team for the benefit of the final product.

His enthusiasm to share his experience and promote innovation, as well as his standing, earned him many international distinctions and he contributed to the reflections of several US organisations.

In addition to our Academy, Mike was a member of the National Academy of Engineering, the Royal Aeronautical Society and the American Institute of Aeronautics & Astronautics. He received an honorary doctorate from the University of Poitiers.

A French speaker, he was also a great connoisseur of French cuisine.

Jacques Renvier

Cospar 2023 Space Science with Small Satellites

16-21 April 2023 – Singapore

5th Symposium of the Committee on Space Research (COSPAR)

Host organisations: Nanyang Technical University and the Office for Space Technology and Industry, Singapore

Topics involve small satellites for: space science, space debris monitoring and mitigation, Earth observation and environment monitoring, deep-space science and exploration, capacity building, enabling technologies, space weather and radio astronomy, constellations.

www.cospar2023.org



RAeS Future Combat Air and Space Capabilities Summit

23-24 May 2023 – London

The increased complexity of modern warfare requires the British Armed Forces to be prepared to fight as a joint force in a multi-threat environment in order to achieve desired effects in all domains and at the strategic, operational and tactical levels. With defence planning being tested by the geopolitical landscape and the war in Ukraine, it is critical for the armed forces to identify and invest in capabilities needed to face distinct threats and challenges.

www.aerosociety.com



Aerospace Europe Conference 2023

9-13 July 2023 – Lausanne



Aerospace Europe Conference 2023 is a joint event between the 10th European Conference for Aerospace Sciences (EUCASS) and the 9th conference of the Council of European Aerospace Societies (CEAS). Positioning itself as a bridge

between science and applications at the service of agencies, industry and society, the objectives in 2023 are to strengthen the link between space and aeronautics, facilitate cross-fertilisation and lay the foundations for a major unified international congress of aerospace sciences in Europe.

<https://eucass-ceas-2023.eu>

7th World Engineers Convention 2023

9-15 October 2023 – Prague



The Czech Association of Scientific and Technical Societies (CSVTS) in cooperation with the World Federation of Engineering Organizations (WFEO) cordially invite stakeholders from all over the world to

share their latest knowledge, experience, research, suggestions, and visions to present the latest achievements from the engineering world at this event.

www.wec2023.com

COSPAR 2024 45th Scientific Assembly of COSPAR and Associated Events

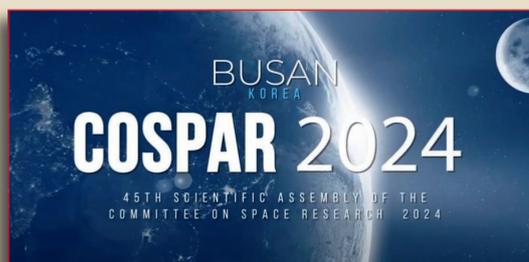
13-21 July 2024 – Busan, South Korea

Host Organizations: Ministry of Science and ICT, Korean National Committee for COSPAR

Organizers: Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI), The Korean Space Science Society

Abstract Deadline: mid-February 2024

www.cospar2024.org





INTUITION ET RATIONALITÉ

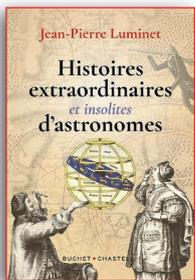
Gérard Sabah
Claude Roche
Éditions Harmattan, 2023

Les auteurs définissent rigoureusement ce qu'est l'intelligence artificielle, soulignant l'importance de la collaboration fine et intime entre l'intuition et le raisonnement, qui est à la fois le fondement de la pensée humaine et le moteur de nos futures machines intelligentes. De nombreux exemples d'applications concrètes présentent quelques pistes pour mieux préparer l'avenir.

www.editions-harmattan.fr

HISTOIRES EXTRAORDINAIRES ET INSOLITES D'ASTRONOMES

Jean-Pierre Luminet
Éditions Buchet-Chastel, 2022



Avec sa connaissance de l'astrophysique et sa plume de romancier, J.-P. Luminet nous dévoile neuf histoires méconnues de grands et singuliers astronomes : de Victor Hugo qui, dans son poème *La Comète* issu de *La Légende des siècles*, tord l'histoire des sciences pour la plier à ses désirs, à Camille Flammarion dont la bibliothèque cache des manuels reliés en chair humaine... Des aventures alternant le tragique et le comique, la violence et la tendresse, mais toujours dans le souci d'enseigner de façon plaisante la longue marche des astronomes vers l'inatteignable vérité de l'univers.

www.buchetchastel.fr

PLANETARY EXPLORATION, HORIZON 2061

A long-term perspective for Planetary Exploration



Michel Blanc, Pierre W. Bousquet, Véronique Dehant, Bernard Foing, Manuel Grande, Linli Guo, Aurore Hutzler, Jérémie Lasue, Jonathan Lewis, Maria-Antonietta Perino, Heike Rauer
Éditions Elsevier, 2022

This work introduces the reader to the "big" scientific questions driving the exploration of the solar system and of extrasolar planetary systems, exploring the technologies needed to address the various obstacles and opportunities through a cross-disciplinary understanding of the scientific and technical challenges faced. It provides a long-term perspective for future space missions and technological advances and a global view of the topics covered, bringing together the visions of more than 200 scientists across 16 countries.

www.elsevier.com

Librairie

Une liste complète de nos différentes publications et ressources se trouve sur notre site internet ; la plupart peuvent être consultées gratuitement ou commandées en version imprimée.

- **De la référence magnétique à la référence géographique**, Avis 15, fr-angl-all, 10€, 2022
- **La viabilité des aéronefs électriques de transport urbain**, Dossier 53, 15€, 2022
- **La Sécurité des activités dans l'espace : propositions pour une action européenne déterminée**, Avis 14, fr-angl, 10€, 2021
- **Petits lanceurs : Une perspective européenne**, Dossier 52, avec la DGLR, fr-angl-all, 15€, 2021
- **Transport aérien en crise et défi climatique ; vers de nouveaux paradigmes**, Avis 13, fr-angl, 10€, 2021
- **Vers de nouveaux programmes d'hélicoptères militaires européens...**, Dossier 51, fr-angl, 15€, 2021
- **Vers des navires et aéronefs sans équipage ? Jusqu'où la machine peut-elle remplacer l'homme ?**, Dossier 50, fr-angl, 15€, 2021
- **Communications européennes sécurisées**, Avis n°12, fr-angl, 10€, 2021



Bookshop

The full range of our publications and resources can be consulted free of charge on our website or a hard copy ordered.

- **From magnetic to true reference**, Opinion 15, Fr-En-De, €10, 2022
- **The viability of electric urban transport aircraft**, Dossier No. 53, €15, 2022
- **Security of space activities: Towards a proactive European action**, Opinion 14, Fr-En, €10, 2021
- **Small launchers: A European perspective**, Dossier No. 52, with DGLR, Fr-Eng-De, €15, 2021
- **Air transport in crisis and the climate challenge; towards new paradigms**, Opinion 13, Fr-En, €10, 2021
- **Towards new European military helicopter programmes...**, Dossier No. 51, Fr-Eng, €15, 2021
- **Towards unmanned ships and aircraft?**, Dossier No. 50, Fr-Eng, €15, 2021
- **European Secure Connectivity**, Opinion No. 12, Fr-Eng, €10, 2021
- **Unexpected Situations – Prevention/protection – Assistance to civil air transport crews**, Dossier No. 49, Fr-Eng, €15, 2020
- **Preparing for green aviation while preserving commercial transport aircraft development know-how in Europe**, Opinion No. 11, with DGLR, Fr-Eng-Ge, €10, 2020
- **Human spaceflight: what strategy for Europe?**, Opinion No. 10, Fr-Eng, €10, 2019
- **The Future of European launchers**, Opinion No. 9, Fr-Eng, €10, 2019

www.academieairespace.com

2023 Agenda de l'AAE AAE Calendar

CONFÉRENCES / LECTURES

Ci-dessous les prochaines conférences programmées, en présence ou à distance selon les consignes en vigueur. Merci de consulter notre site internet pour les dernières informations.

Below are our forthcoming lectures, either online or physical depending on the guidelines in force; for up-to-date information please check our website.

BORDEAUX



CINQUANTENAIRE DE L'ACCORD FRANCO-ALLEMAND D'AIRBUS

Georges VILLE

06/06 – 18:00

Faculté de droit et science politique



MARS À LA RECHERCHE DE LA VIE

Sylvestre MAURICE,

28/09 – 18:00

Faculté de droit et science politique

PARIS



LES MATÉRIAUX : RESSOURCES PRÉCIEUSES DES AÉRONEFS DE DEMAIN

Lionel G. ROQUES, Olivier DELCOURT

24/05 – 14:30

Cité des sciences et de l'industrie

TOULOUSE



AIRBUS PIONNIER D'UNE AVIATION DURABLE, POUR UN MONDE OUVERT ET RESPECTUEUX DE L'ENVIRONNEMENT

Marc HAMY

25/04 – 18:00 – avec la 3AF MP

Médiathèque José Cabanis



L'AVIATION EST NÉE AVEC LE PÉTROLE : ET MAINTENANT ?

Xavier BOUIS

30/05 – 18:00

Médiathèque José Cabanis



LES AÉRONEFS ÉLECTRIQUES : L'AVENIR DE LA MOBILITÉ URBAINE ?

Alain CASSIER

27/06 – 18:00

Médiathèque José Cabanis



AVITAILLEMENT HYDROGÈNE

Loïc ALEMANY

13/09 – 18:00 – avec la 3AF MP

ISAE

SPACE EXPLORATION CONFERENCE, 10-12 MAY, TURIN

Organised by AAE, with the support of Politecnico di Torino, AIDAA and SGAC, the purpose of this conference is to focus on a few important themes underpinning Space Exploration, with the aim of providing useful input to agencies or other bodies in charge of building programmes.

FOR MORE INFORMATION :
www.academieairespace.com/space-exploration



FORUM INTERNATIONAL

L'innovation peut-elle répondre à elle seule aux défis de l'aéronautique et du spatial ?

Can innovation alone meet the challenges of aeronautics and space?



23 novembre 2023

Université Toulouse III – Paul Sabatier – Toulouse

À l'occasion de ses 40 ans, l'Académie de l'air et de l'espace (AAE) a décidé d'organiser un forum d'une journée permettant de confronter les différents points de vue sur l'avenir du transport aérien, de l'aéronautique militaire et de l'espace avec l'objectif de mettre en avant les enjeux d'innovation et de faire émerger les éléments de réconciliation de ces différents points de vue.

Les conférences seront données par des intervenants de haut niveau, sachant prendre de la hauteur avec une vision holistique et sortant des sentiers battus.

To celebrate its 40th anniversary, AAE is holding a one-day forum on the future of air transport, military aeronautics and space with the aim of highlighting the challenges of innovation and bringing out avenues for progress.

Presentations will be given by high-level speakers with a holistic, out-of-the-box vision.

FOR MORE INFORMATION :
www.academieairespace.com/innovation2023

www.academieairespace.com

Lettre de l'Académie de l'air et de l'espace

Revue trimestrielle / Quarterly magazine / ISSN 2275-3052

Rédaction / Editorial offices (ADMINISTRATION)

Académie de l'air et de l'espace

Ancien Observatoire de Jolimont, 1 av. Camille Flammarion – 31500 Toulouse

Tel. : 33 (0)5 34 25 03 80

Courriel: publications@academieairespace.com – Internet: www.academieairespace.com

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION / PUBLICATION DIRECTOR: Michel Wachenheim – RÉDACTEUR EN CHEF / EDITORIAL DIRECTOR: Olivier de l'Estoile – COMITÉ DE RÉDACTION / EDITORIAL TEAM: Philippe Couillard, Jürgen Ackermann, Alain Hauchecorne, Lindsey Jones – MAQUETTE / LAYOUT: Arnaud Ribes, Rémy Fuentes – TRADUCTION / TRANSLATION: Lindsey Jones – RELECTURE / PROOF READING: François Aubry, Hugh Dibley – IMPRESSION / PRINTING: Equinox - Sud Graphie Groupe, Parc d'Activités Industrielles de Gabor, 81370 Saint-Sulpice.