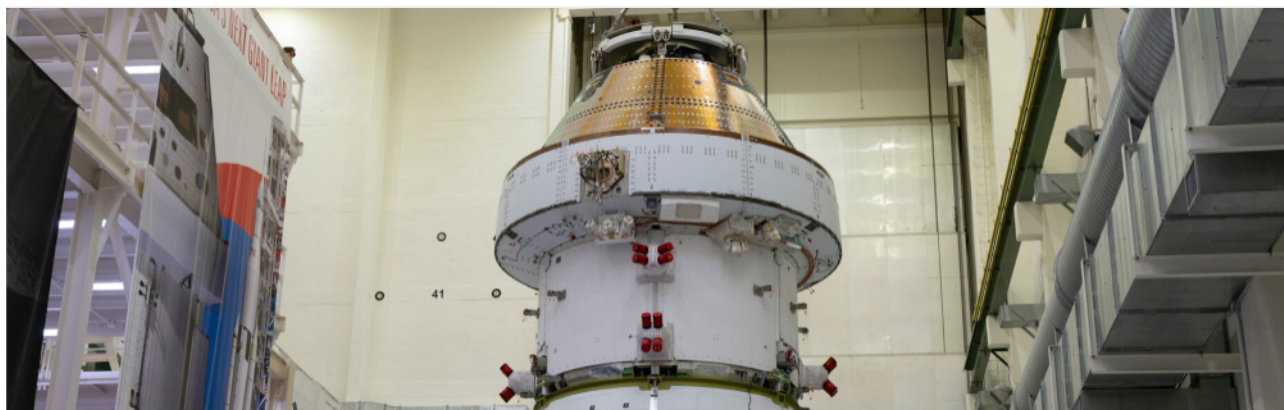




Le module ORION avec en blanc l'European Service Module au centre de tests Neil Armstrong Operations and Checkout Building au Kennedy Space Center, Floride, USA.

La France, l'Europe et Artemis vers la Lune

Un retour attendu

Après Artemis I lancée en 2022 avec une capsule Orion sans équipage autour de la Lune, Artemis II a été lancée le 1^{er} avril 2026 avec quatre astronautes. La mission a effectué un survol habité de la Lune avant de revenir sur Terre le 10 avril 2026. C'était le premier voyage humain vers la région lunaire depuis plus de 50 ans depuis Apollo 17 en 1972.

André Deschamps

Ingénieur de recherche hors classe,
Observatoire de Paris
Membre senior de la SEE

On peut se demander pourquoi il n'y a eu aucun programme lunaire de la NASA depuis le vol Apollo 17 en 1972. Il y a certainement plusieurs raisons à cela, mais ce n'est pas ici notre propos. Le programme Artemis a subi un grand nombre de modifications depuis son annonce initiale, et il est vraisemblable qu'il en subisse d'autres, tant techniques que politiques. Les lignes qui suivent tiennent compte de ce que l'on sait en août 2026. Aujourd'hui on peut estimer que l'intérêt porté par les USA est stimulé par celui que la Chine affiche désormais pour l'espace et la Lune en particulier. L'abondance de tritium sur la lune n'est pas étrangère à cet intérêt.

Pour ce qui a déjà été accompli, on compte deux missions Artemis I et Artemis II. Mais il y a déjà une modification de politique pour les missions suivantes. Initialement, c'est Artemis III qui devait envoyer des astronautes américains sur la surface lunaire. Mais en février 2026, la NASA a modifié les plans de mission. Il a été décidé qu'Artemis III, programmée pour 2027, ne réalisera pas d'alunissage. Cette mission servira plutôt à tester en orbite terrestre les opérations de rendez-vous et d'amarrage entre la capsule Orion et les futurs atterrisseurs lunaires.

Selon le calendrier officiel actuel de la NASA, c'est Artemis IV qui effectuera le premier alunissage habité du programme Artemis au plus tôt en 2028. Artemis V pourrait suivre la même année ou peu après dans le cadre d'une cadence de missions plus élevée. Des retards supplémentaires ne sont pas à exclure. Certains observateurs considèrent que l'objectif d'un alunissage en 2028 demeure ambi-

tieux, notamment suite aux difficultés techniques récentes chez certains partenaires industriels et aux diminutions déjà prévues et prévisibles des crédits alloués à la recherche aux Etats-Unis.

Le Flash Infos du numéro REE 2023-1 présentait l'état de ce programme mission au moment de la parution. Il apparaît clairement que si le programme est toujours actuel, bien des éléments ont été modifiés depuis.

La programmation actuelle peut se résumer ainsi :

Mission	Statut
Artemis I	Réussie (2022)
Artemis II	Réussie (avril 2026)
Artemis III	Test en orbite terrestre prévu en 2027
Artemis IV	Premier alunissage Artemis visé pour 2028



Figure 1 : Le lanceur Space Launch System de la mission Artemis II devant le pas de tir. Source : NASA.

On distingue sur la figure 1 l'European Service Module tout en haut du lanceur. On peut apercevoir le logo de l'ESA sous le logo NASA. La flèche située tout au sommet est le dispositif d'évacuation d'urgence en cas de problème au décollage.

Une mission internationale

En dehors des missions de défense militaire, les grands projets actuels de la NASA réunissent des milliers d'intervenants de nations différentes, parfois concurrentes. Si le contexte de la guerre froide a certaine-

ment poussé en son temps l'état américain à faire de la conquête de la lune un projet fermé, le projet Artemis reste ouvert à une participation internationale dans laquelle l'Europe et donc la France jouent un rôle

non négligeable. C'est tout au moins le cas au moment où ces lignes sont écrites.

L'intérêt de l'Europe dans le programme Artemis est beaucoup plus important qu'une simple participation symbolique. L'Europe, via l'ESA (*European Space Agency*), apporte des technologies essentielles et obtient en échange une place dans la future exploration

L'Europe fournit une partie essentielle du vaisseau Orion

Artemis II est la première mission habitée du programme Artemis, transportant quatre astronautes dans un voyage autour de la Lune suivi d'un retour sur Terre pour la première fois depuis plus d'un demi-siècle. Au cœur de cette mission historique se trouve le module de service européen. Le module de service européen (*European Service Module ESM*), construit sous la responsabilité de l'ESA (*European Space Agency*), fournit la propulsion, l'électricité via les panneaux solaires, l'eau, l'oxygène et le contrôle thermique du vaisseau habité Orion.

Construit par l'industrie européenne sous la direction de l'ESA, ce module de service européen a été assemblé par Airbus à Brême, en Allemagne, avec la contribution de 13 États membres de l'ESA, impliquant 20 maitres d'œuvre et plus de 100 fournisseurs européens.

Il est équipé de trois types de moteurs, chacun jouant un rôle spécifique pendant la mission. Un seul moteur principal fournit les changements de vitesse importants nécessaires pour envoyer Orion vers la Lune. Il est assisté par huit moteurs auxiliaires, qui sont utilisés pour les corrections orbitales et servent de secours au moteur principal ●●●

"Artemis II est la première mission habitée du programme Artemis, transportant quatre astronautes dans un voyage autour de la Lune suivi d'un retour sur Terre pour la première fois depuis plus d'un demi-siècle."



Figure 2 : Le module European Space Module en intégration à la NASA. Source : ESA. On distingue des objets rouges (les « Reds ») qui sont des capots de protection et qui doivent tous être ôtés avant le décollage.

●●● si nécessaire. Pour un contrôle précis, 24 moteurs plus petits (les « reds » sur la figure 2) répartis en six modules, sont utilisés pour faire tourner et orienter le vaisseau spatial. Allumés individuellement ou en combinaison, ils permettent à Orion d'ajuster sa position avec une précision exceptionnelle.

La figure 3 montre le détail du module ORION d'alunissage et de retour. On y distingue en bas l'European Service Module avec toutes les parties fournies par l'Europe.

Après le vol d'essai sans équipage Artemis I, Artemis II a vu un équipage de quatre astronautes effectuer un itinéraire de vol différent. Il a emporté les astronautes de la NASA Reid Wiseman, Victor Glover et Christina Koch, ainsi que l'astronaute de l'Agence spatiale canadienne Jeremy Hansen. Le

vaisseau Orion a orbité plusieurs fois autour de la Terre, avant d'entreprendre un voyage de quatre jours vers la Lune, puis survoler notre satellite naturel et retourner sur Terre.

Après avoir atteint l'orbite terrestre, l'étage supérieur de la fusée a propulsé Orion vers une orbite hautement elliptique, où l'équipage et les équipes de mission ont pu vérifier que tous les systèmes fonctionnaient comme prévu.

C'est durant cette phase que les astronautes ont pris le contrôle manuel du vaisseau spatial pour effectuer une démonstration d'opérations de proximité avec Orion, utilisant les moteurs du module de service européen. Ces capacités jouent un rôle crucial pour les futures missions Artemis, notamment pour la livraison et le positionnement d'éléments Gateway tels que le module lunaire de l'ESA.

Une fois toutes les vérifications et démonstrations terminées, le second module de service européen a donné au vaisseau Orion la dernière poussée pour entrer en orbite lunaire, volant sur près de 7500 km au-delà de la Lune et tournant autour de celle-ci avant de revenir sur une trajectoire sûre de retour sur la terre.

Le module Orion, l'autobus lunaire

La fonction de propulsion est assurée par l'European Space Module. Celui-ci est situé à l'intérieur d'un cylindre de quatre mètres de diamètre et autant de hauteur, pour un poids total de plus de 13 tonnes dont 8,6 tonnes de carburant. L'énergie est produite par quatre panneaux solaires, soit

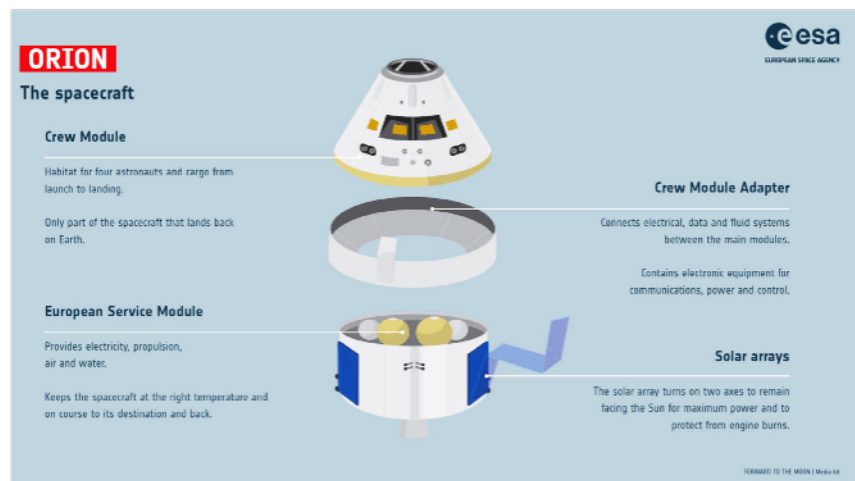


Figure 3 : Détails du module ORION. Source : ESA.

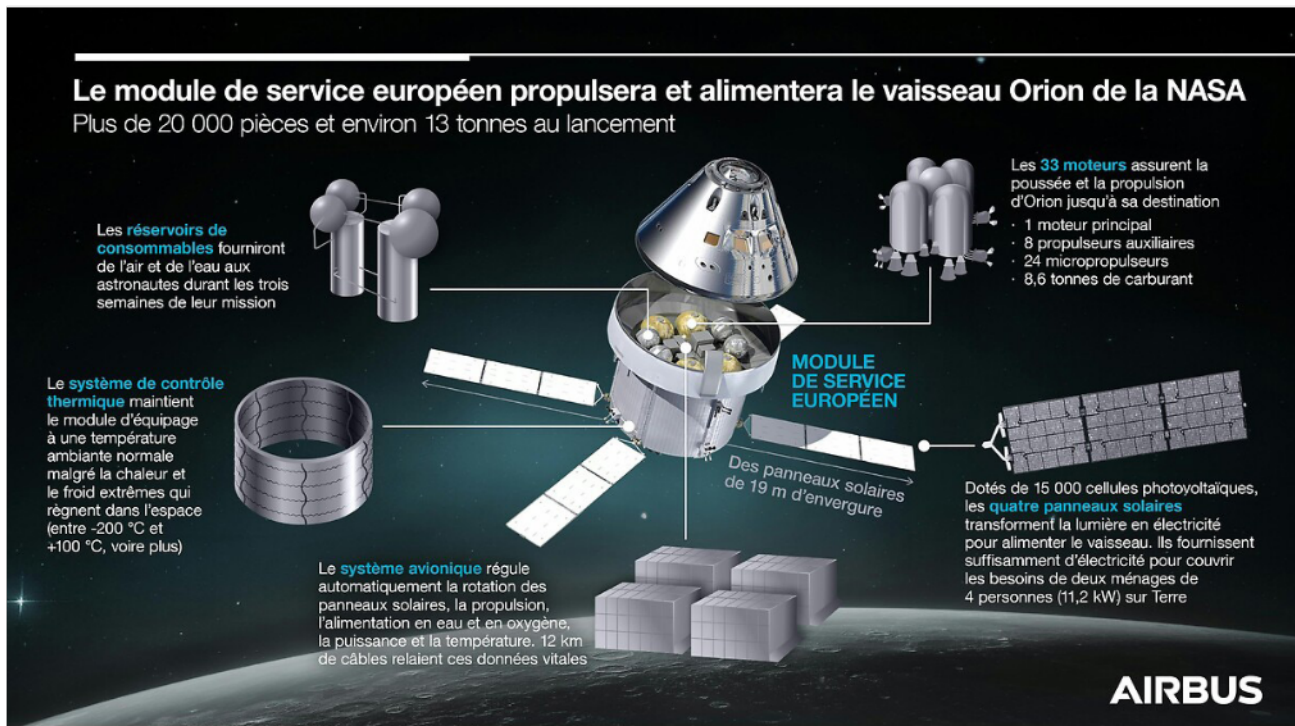


Figure 4 : Présentation éclatée du Module de Service Européen. Source : AIRBUS.

15 000 cellules. La propulsion est assurée par 33 moteurs.

Un choix plus économique que politique

L'ESA s'est placée dans la course en arguant de l'expérience d'Airbus accumulée avec l'ATV (*Automated Transfer Vehicle*), le cargo spatial qui a ravitaillé la Station Spatiale Internationale (ISS), et de la protection financière que cela garantissait. Le Congrès américain ne pouvait a priori pas se permettre de couper en cours de route des crédits auprès de pays alliés. Ce choix de la NASA pour un projet aussi sensible a fait grincer des dents des industriels américains. Lockheed Martin, notamment, a vécu comme un affront la nécessité de travailler en tandem avec Airbus.

Aujourd'hui encore, les relations avec Lockheed Martin ne sont pas toujours évidentes. Avec la NASA en revanche, les différents acteurs ont trouvé leurs marques et la confiance s'est installée.

Aujourd'hui, six modules ESM ont été contractualisés, pour un budget de 2,1 milliards d'euros : l'ESM2, livré en

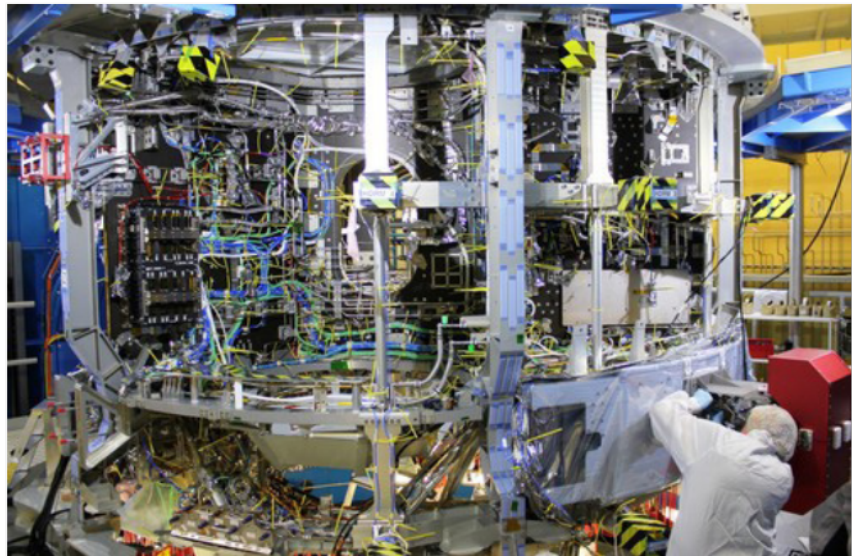


Figure 5 : L'assemblage de l'European Service Module. Source : AIRBUS.

2021, a permis à Artemis II de faire le tour de la Lune avec quatre astronautes en 2026. Puis l'ESM3 alimentera la mission Artémis 3 qui prévoyait vers 2028 de poser le pied sur la Lune. Mais cette mission a été modifiée au dernier moment pour des essais en orbite terrestre. Les trois ESM suivants permettront notamment l'arrimage à la future station orbitale Lunar Gateway. Un contrat historique qui a de quoi satisfaire Airbus mais aussi

ses partenaires tels qu'Ariane Group (moteurs), Thales Alenia Space (intégration systèmes), l'italien Leonardo (boîtier de puissance) ou bien encore le suisse Ruag (mécanismes pour panneaux solaires).

Désormais au cœur de l'un des programmes spatiaux les plus ambitieux du moment, Airbus et ses partenaires peuvent se frotter les mains. Alors que l'ESM n'est pas conçu pour revenir sur

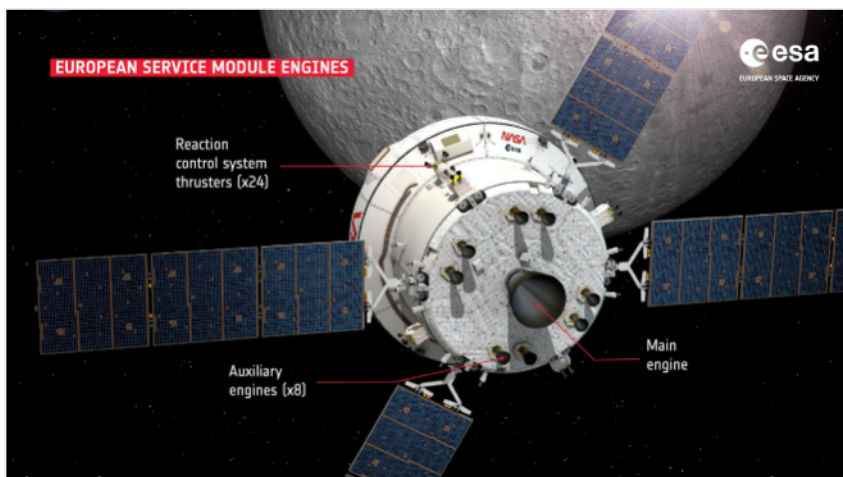


Figure 6 : Vue d'artiste de l'ESM. Source : ESA.



Figure 7 : Vue d'artiste de la séparation entre l'ESM et le second étage du lanceur. Source : ESA.

- Terre, trois autres modules (ESM 7, 8 et 9) devraient être prochainement demandés par la NASA et la possibilité d'une commande pour trois modules supplémentaires (10, 11 et 12) est aussi attendue du côté européen.

Un vol réussi

Les ingénieurs européens ont soutenu la mission 24 heures sur 24 depuis le centre technique de l'ESA à l'ESTEC aux Pays-Bas, depuis le centre spatial Johnson de la NASA à Houston et depuis le centre européen des astronautes en Allemagne.

Le matériel européen est mis en service quelques minutes seulement après le dé-

collage. Environ 20 minutes après le lancement, les panneaux solaires européens d'Orion se déploient pour commencer à fournir de l'électricité au vaisseau. L'équipage entre alors en orbite terrestre haute, où il passe la première journée à tester les systèmes d'Orion et à prendre le contrôle manuel du vaisseau. Utilisant les 24 moteurs du système de contrôle du Module de Service Européen, ils s'entraînent aux manœuvres nécessaires pour les futures opérations d'amarrage.

Le deuxième jour de la mission, le moteur principal du module de service européen s'est mis en route vers l'injection translunaire, envoyant Orion et son équipage pour un voyage de quatre jours vers la Lune. Tout au long du voyage aller-retour, le module a continué de jouer un rôle vital, utilisant ses moteurs plus petits pour assurer le maintien de la trajectoire d'Orion sur la trajectoire du retour sur Terre.

Alors qu'Orion et son équipage approchent de notre planète, le module de service européen s'est séparé du module d'équipage et a achevé sa trajectoire en se consumant sans danger dans l'atmosphère terrestre. La mission Artemis II s'est conclue avec succès par l'amerrissage du module habité dans l'océan Pacifique.



Figure 8 : Vue d'artiste de la séparation de l'ESM et le vaisseau habité Orion avant sa rentrée dans l'atmosphère.



Figure 9 : Les astronautes de la mission Artemis II a bord du module ORION. Source : NASA.

« L'excellence de l'industrie européenne est soulignée par le rôle crucial que le module de service européen jouera dans cette mission et dans celles à venir. Ce savoir-faire est le fondement de nos futures contributions dans le cadre du partenariat Artemis, mais aussi de la réalisation de nos propres objectifs européens en matière d'exploration humaine et robotique. »

De nombreuses entreprises européennes contribuent au programme :

- Airbus Defence and Space est maître d'œuvre du module de service.
- Ariane Group fournit plusieurs systèmes de propulsion et participe à l'assemblage.
- De nombreuses entreprises françaises sont impliquées dans la fabrication.

Un investissement industriel

Artemis permet aux entreprises européennes d'acquérir de l'expérience dans des technologies extrêmement complexes : propulsion spatiale, systèmes de survie, énergie, télécommunications, robotique, habitats spatiaux, etc. Le développement de l'ESM a mobilisé plus de 100 fournisseurs européens.

Une place pour l'Europe dans l'infrastructure lunaire

L'ESA envisage également de fournir des éléments majeurs de Gateway, la station spatiale prévue autour de la Lune : notamment un module d'habitation, des systèmes de ravitaillement et des communications lunaires.



Figure 10 : Retour de la partie habitée du module ORION – Source : NASA.

Au cours de la mission Artemis II, les astronautes de la NASA Reid Wiseman, Victor Glover et Christina Koch, ainsi que l'astronaute de l'Agence Spatiale Canadienne Jeremy Hansen, ont accompli une mission de 10 jours en orbite lunaire.

La place de l'Europe

« Bien qu'aucun astronaute de l'ESA ne participe à ce vol, l'Agence spatiale européenne y est associée », déclare Daniel Neuenschwander, directeur de l'exploration humaine et robotique à l'ESA.

Même si l'architecture de Gateway et le calendrier d'Artemis ont évolué en 2026, la vision stratégique est conservée. L'Europe cherche à être présente dès la construction de l'infrastructure qui permettra une présence humaine durable autour de et sur la lune. Elle gagne ainsi de l'influence dans l'exploration spatiale. ●●●

●●● Cependant, il y a aussi un enjeu géopolitique. Artemis est essentiellement dirigé par les États-Unis, mais il fonctionne avec plusieurs partenaires internationaux. Pour l'Europe, participer permet de ne pas être simplement spectatrice du retour des humains sur la Lune comme elle l'avait été en 1972.

C'est une logique assez proche de celle qui avait conduit l'Europe à participer à la Station spatiale internationale. L'Europe apporte des technologies et de l'argent en échange d'un accès, mais surtout de coopération scientifique et de possibilités de vol pour ses astronautes.

La contrepartie est que l'Europe dépend fortement des États-Unis. En effet, l'ESA fournit des éléments essentiels d'Artemis, mais elle ne possède pas actuellement de système complet équivalent au Space Launch system. Ainsi l'Europe préfère aujourd'hui être un partenaire important des États-Unis plutôt que développer seule, à très grands frais, un programme lunaire habité complet qui n'est pas encore à sa portée. L'Europe ne finance pas Artemis uniquement pour aider la NASA. Elle utilise Artemis comme un moyen d'accéder à la Lune, de faire progresser son industrie et de préparer une future capacité européenne d'exploration habitée.

Le contexte actuel rend cette politique encore plus contraignante. Artemis II a effectivement volé en avril 2026, avec le module de service européen au cœur d'Orion. Pour Artemis III, l'ESA fournit encore un ESM et l'astronaute italien Luca Parmitano est annoncé comme pilote.

La position de la France

On peut dire que la France soutient la mission Artemis sans pour autant vouloir favoriser la dépendance à la NASA. Elle voit Artemis comme un moyen de renforcer la position européenne dans l'espace, tout en continuant à défendre l'autonomie stratégique européenne. Vaste programme aurait dit un général connu...

La France considère Artemis comme une opportunité stratégique pour l'Europe.

Le CNES indique explicitement que la France contribue au programme Artemis. Plus largement, la France souhaite que l'Europe soit un acteur de premier plan pour le retour sur la Lune, plutôt qu'un simple partenaire scientifique.

Elle soutient fortement la coopération avec la NASA

Contrairement à l'ESA qui ne peut pas les signer en tant qu'organisation, la France a signé directement les « Artemis Accords ». Ces accords ne peuvent être signés que par les États individuellement. En juillet 2026, la France figure parmi les 69 pays signataires.

La France accepte ainsi de façon formelle le principe d'une coopération étroite avec les États-Unis sur l'exploration lunaire, mais aussi ses contraintes.

Mais elle veut éviter une dépendance totale aux États-Unis

C'est probablement le point le plus important. La stratégie française consiste plutôt à coopérer avec les Américains pour aller plus vite et plus loin, mais conserver une autonomie européenne suffisante pour ne pas dépendre entièrement de la NASA.

Cette position explique l'importance accordée par la France à Ariane 6, aux technologies européennes, aux compétences industrielles et à la capacité d'autonomie de l'Europe. Pour cette raison la France participe au programme Artemis à travers l'ESA, plutôt qu'en construisant à elle seule un morceau identifiable d'Artemis.

La France dispose également d'une longue expérience scientifique lunaire. Le CNES souligne par exemple ses contributions aux missions soviétiques Lunokhod, au programme Apollo, à Chang'e 6 et à plusieurs missions américaines.

La position française se distingue de la position de l'ESA

On peut considérer que l'objectif de la NASA est de placer les États-Unis sur la

Lune alors que celui de l'ESA et de la France est de consolider une participation industrielle et technologique, avec à terme une autonomie de l'Europe. Mais les aléas de la politique technique et scientifique américaine risquent de modifier ce mode de fonctionnement sans que l'on puisse prédire dans quel sens.

Et demain ?

En échange, l'Europe obtient des places pour ses astronautes.

En contribuant à Artemis, l'Europe obtient des possibilités de faire voler ses astronautes sur les missions lunaires américaines comme c'est le cas pour la Station spatiale internationale. C'est probablement l'un des principaux intérêts stratégiques.

Pour un prochain vol, la NASA a notamment pressenti l'astronaute italien de l'ESA Luca Parmitano comme pilote d'Artemis III. C'est essentiel pour l'Europe qui ne possède pas aujourd'hui son propre système complet permettant d'envoyer de façon autonome des astronautes vers la Lune.

Rendez-vous donc un jour bientôt dans l'espace. ■

L'auteur

André Deschamps est ingénieur de recherche hors classe honoraire à l'Observatoire de Paris. Il est président de la commission « Radioastronomie » de l'URSI-France. Il a travaillé sur des grandes missions scientifiques spatiales (ROSETTA, Herschel, etc.) pour lesquelles il a reçu un award de la NASA et un autre de l'ESA. Il a été représentant de la radioastronomie française auprès de l'ANFR (Agence nationale des fréquences) et de l'ITU (International Telecommunication Union, Genève). André est également membre senior de la SEE.

