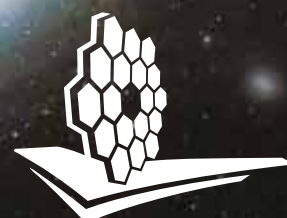


webb

**VOIR PLUS LOIN**



## webb

### VOIR PLUS LOIN

Le télescope spatial James Webb est conçu pour répondre à des questions essentielles sur l'Univers. Avec une sensibilité 100 fois supérieure à celle du télescope spatial Hubble, il peut détecter la lumière infrarouge générée par les galaxies lorsqu'elles se sont formées il y a plus de 13,5 milliards d'années, quelques centaines de million d'années seulement après le Big Bang.

Webb scrutera toujours plus profondément l'Univers à la recherche de nos origines – des premières galaxies de l'Univers à la naissance des étoiles et des planètes en passant par des exoplanètes présentant un potentiel pour abriter la vie. Plus près de chez nous, le Webb examinera également notre propre système solaire.

Cet engin spatial est un trésor d'ingéniosité technique. Afin de pouvoir observer à des longueurs d'onde infrarouges, son télescope est maintenu en permanence à l'abri du rayonnement solaire par un pare-soleil de la taille d'un court de tennis. Le miroir primaire du télescope se compose de 18 miroirs hexagonaux recouverts d'or qui se déploieront une fois dans l'espace pour atteindre un diamètre de 6,5 m.

Webb sera lancé à bord d'une fusée Ariane 5 depuis le port spatial de l'Europe en Guyane française. Il se déplacera vers une orbite située à 1,5 million de kilomètres de la Terre.

Lisez la suite pour tout savoir sur l'une des plus grandes missions scientifiques de la décennie !



## CONTENU

Aperçu de la Mission	2
Objectifs Scientifiques	4
Les Instruments de Webb	8
La Spectroscopie avec Webb	12
Hubble, Herschel et Webb	13
Webb Lancé à Bord d'Ariane	14
Collaboration Internationale	18



En orbite, Webb sera directement exposé à l'intense éblouissement du Soleil, mais l'observatoire lui-même doit être maintenu à des températures très fraîches et adaptées à la lumière infrarouge. À cet effet, l'observatoire est équipé d'un parasol de protection, ce pare-soleil en forme de cerf-volant.

© NASA/Chris Gunn

# APERÇU DE LA MISSION

**Le télescope spatial James Webb sera le prochain grand télescope spatial, conçu pour répondre aux questions essentielles sur l'Univers et réaliser des découvertes révolutionnaires dans tous les domaines de l'astronomie. C'est une mission comme il ne s'en présente qu'une par génération.**

**Webb est conçu et construit** pour offrir aux scientifiques les moyens nécessaires pour repousser les frontières de la connaissance que nous avons de notre propre système solaire, de la formation des étoiles et des planètes, notamment des planètes en dehors de notre système solaire (exoplanètes), et de la façon dont les galaxies se sont créées et ont évolué, et ce comme jamais auparavant. Webb observera l'Univers à des longueurs d'onde supérieures à celles de la lumière visible, à savoir dans l'infrarouge proche et l'infrarouge moyen. Ses données seront mises à la disposition de la communauté scientifique mondiale.

Webb dispose d'un ensemble d'instruments astronomiques de pointe capables de traiter un très large éventail de questions essentielles en astrophysique. Cet ensemble comprend de puissants dispositifs

d'imagerie, des coronographes et des spectrographes qui fourniront aux scientifiques les données dont ils ont besoin pour analyser les éléments qui composent les étoiles, les nébuleuses, les galaxies et les atmosphères des planètes.

Webb sera lancé à bord d'une fusée Ariane 5 depuis le port spatial de l'Europe situé en Guyane française, avant de s'embarquer pour un voyage d'un mois vers son orbite finale. Au cours des trois premières semaines suivant le lancement, Webb déploiera son délicat pare-soleil, puis déploiera son immense miroir primaire. Il détectera la faible lumière des étoiles et des galaxies lointaines avec une sensibilité cent fois supérieure à celle du télescope spatial Hubble.

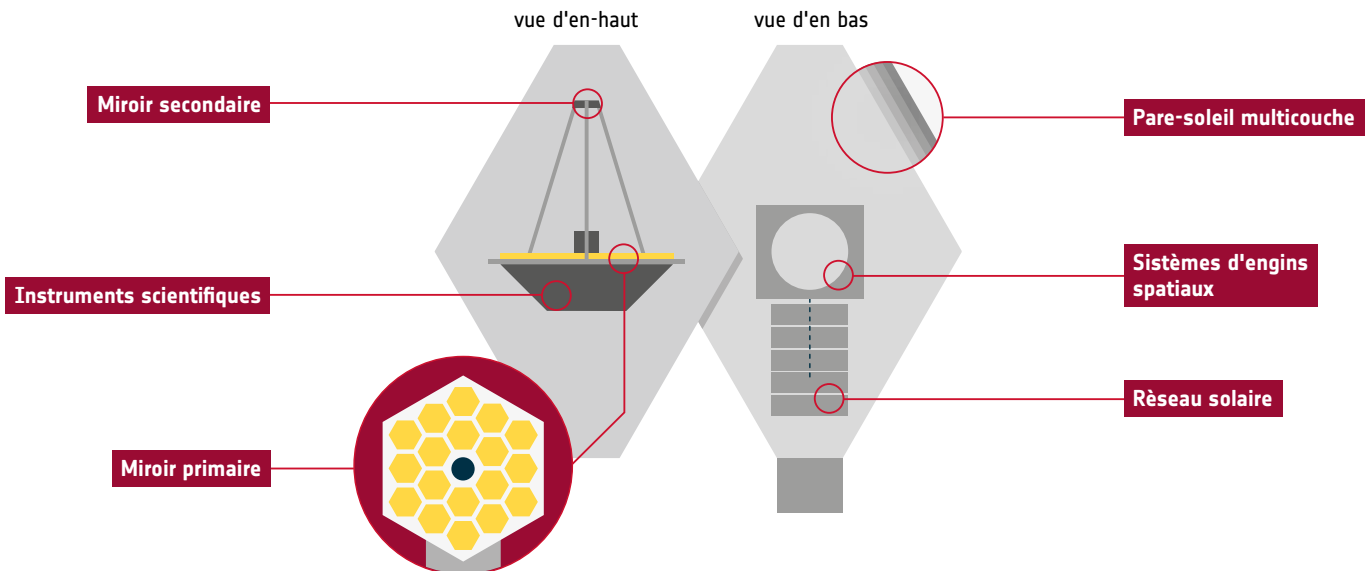
Un pare-soleil géant, constitué de cinq couches isolantes, protège le télescope et ses instruments de la lumière et de la chaleur du Soleil. Celui-ci mesure 22 × 12 mètres, ce qui correspond à peu près à la taille d'un court de tennis. Ce pare-soleil maintiendra le télescope dans une ombre perpétuelle pour maintenir l'ensemble du télescope à une température de -233 °C et éviter que l'émission infrarouge du télescope lui-même n'interfère avec les signaux des cibles astronomiques. L'instrument MIRI à infrarouge moyen sera refroidi encore d'avantage, à -266 °C.

Le miroir primaire du télescope est composé de 18 segments de forme hexagonale, chacun de 1,32 mètre de diamètre et pesant environ 20 kilogrammes. L'envergure totale du miroir primaire de Webb est de 6,5 mètres. Il est si grand qu'il devra être soigneusement replié lors du décollage pour qu'il puisse tenir sur le lanceur. Chacun des miroirs du télescope est recouvert d'une couche d'or microscopique, ce qui optimise leur capacité à refléter la lumière infrarouge, la principale longueur d'onde qui sera observée par ce télescope.

Le télescope abrite également un miroir secondaire convexe de 0,74 mètre de diamètre. Il s'agit de la seconde surface frappée par la lumière provenant de l'espace sur son chemin dans le télescope.

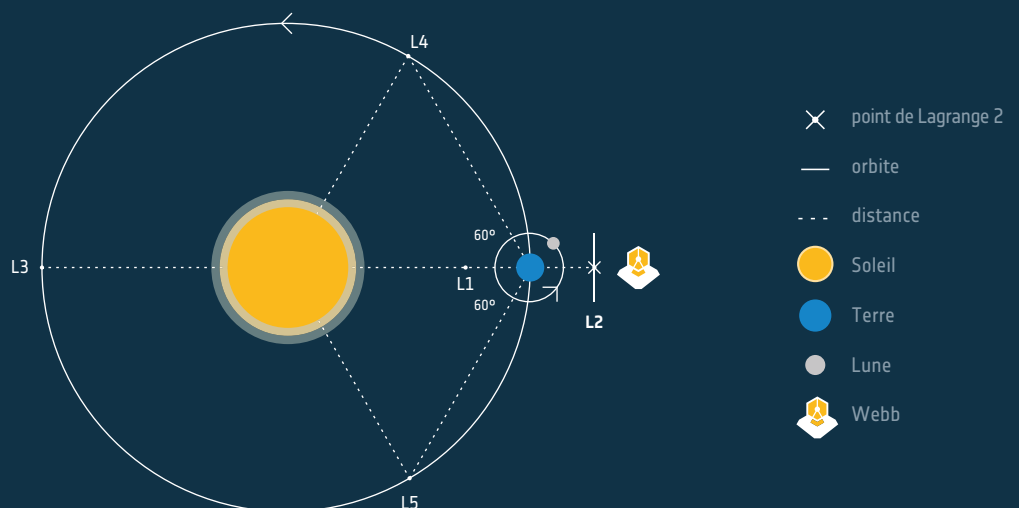


▲ Le miroir géant de Webb a subi de nombreux essais rigoureux, pour confirmer qu'il peut résister aux vibrations et aux bruits assourdissants du lancement.



**Le télescope spatial James Webb porte le nom du deuxième administrateur de la NASA, James E. Webb, qui a dirigé l'agence du 14 février 1961 au 7 octobre 1968 et supervisé le programme Apollo.**

Webb sera stationné à environ 1,5 million de kilomètres de la Terre en un point de l'espace connu sous le nom de second point de Lagrange du système Soleil-Terre (L2). Les points de Lagrange sont des positions dans l'espace où l'attraction gravitationnelle du Soleil et de la Terre est équilibrée par les forces orbitales, ce qui en fait des emplacements stables pour les engins spatiaux. L2 suit la Terre autour du Soleil. Webb lui-même suivra une orbite dite « de halo » autour de L2 pendant que celui-ci tourne autour du Soleil. La Terre elle-même se trouve à environ 150 millions de kilomètres du Soleil.



Cette image, obtenue avec l'observatoire spatial Herschel de l'ESA, montre le nuage moléculaire géant RCW106, une accumulation massive de gaz et de poussières située à près de 12 000 années-lumière, dans la constellation australe de la Règle. Les régions en bleu sont celles où se forment des étoiles. Herschel et Webb ont tous deux à leur bord des instruments capable de détecter la lumière infrarouge.



# OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

**L'objectif principal de Webb est d'enquêter sur l'Univers et ses origines : il observera les premières galaxies, révélera la naissance des étoiles et des planètes et examinera des exoplanètes, évaluant leur potentiel pour abriter la vie.**

## D'autres mondes

### • Où et comment se forment et évoluent les systèmes planétaires ?

Jusqu'à récemment, le seul système planétaire que nous pouvions étudier était notre propre système solaire. Maintenant, les astronomes ont trouvé des preuves de l'existence de milliers de planètes autour des étoiles autres que notre propre Soleil. Celles-ci sont connues sous le nom d'exoplanètes. Grâce à cela, nous nous rapprochons de la réponse à des questions clés telles que : La Terre est-elle unique ? Existe-t-il d'autres systèmes planétaires similaires au nôtre ? Sommes-nous seuls dans l'Univers ?

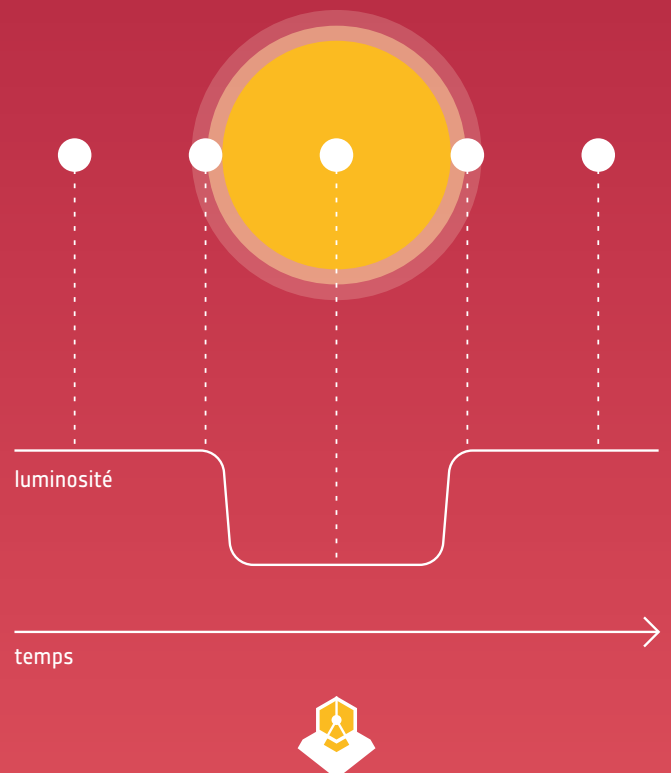
Avec ses puissantes capacités d'observation dans le domaine de l'infrarouge, Webb offrira une vue unique des planètes extérieures à notre magnifique système solaire. Au-delà, Webb étudiera en détail les atmosphères d'une grande diversité d'exoplanètes. Il recherchera des atmosphères similaires à celle de la Terre et les signatures de substances clés telles que le méthane, l'eau, l'oxygène, le dioxyde de carbone et de molécules organiques complexes, dans l'espoir de trouver les éléments constitutifs de la vie. De cette manière, Webb sera complémentaire à Ariel (Atmospheric Remote-sensing Infrared Exoplanet Large-survey), un télescope spatial dont le lancement est prévu en 2029 et qui étudiera la composition des exoplanètes ainsi que les conditions de leur formation et de leur évolution.

Webb peut étudier les exoplanètes lorsqu'elles passent devant leurs étoiles hôtes respectives (c'est-à-dire lors de leur « phase de transit »). L'infime fraction de lumière qui traverse l'atmosphère interagit avec les atomes et les molécules qui s'y trouvent. Cette lumière contient alors des informations sur cette atmosphère que les scientifiques utilisent pour déduire des conditions telles que sa température, sa composition chimique et l'histoire de sa formation.

## Le cycle de vie des étoiles

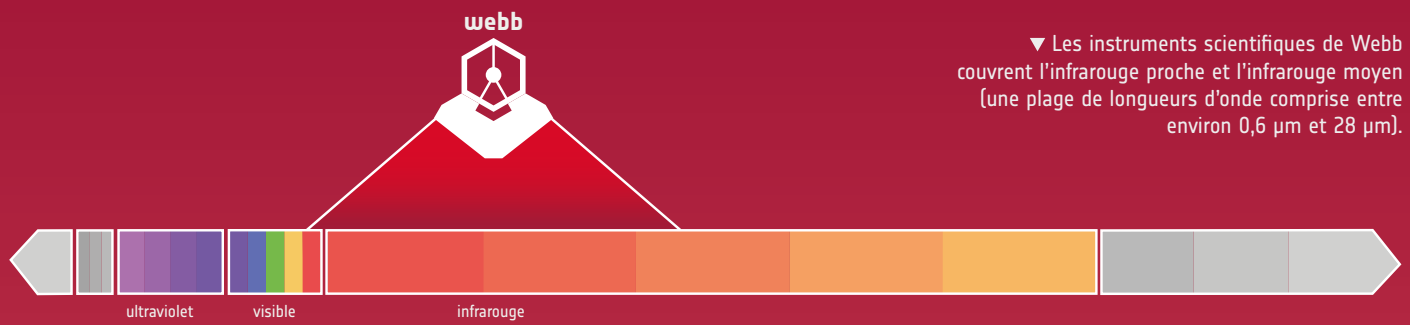
### • Comment et où les étoiles se forment-elles, meurent-elles et quel impact a leur mort sur la matière qui les entoure ?

Webb déterminera comment et pourquoi les nuages de poussière et de gaz s'effondrent en étoiles ou encore deviennent des planètes géantes gazeuses ou des naines brunes. Le recours aux observations infrarouges devrait permettre à Webb de voir à travers les enveloppes



▲ Lorsqu'une planète passe devant une étoile (elle « transite »), la luminosité apparente de l'étoile (représentée par la ligne blanche) diminue et Webb peut étudier la fine couche qu'est l'atmosphère de l'exoplanète.

poussiéreuses qui entourent les étoiles nouvellement nées et sa superbe sensibilité permettra aux astronomes d'étudier directement les premiers stades de la naissance des étoiles connus sous le nom de « noyaux protostellaires ». Tout au long de leur vie, les étoiles transforment les éléments simples de l'Univers en éléments plus lourds et les diffusent dans tout le cosmos par le biais de vents stellaires et d'explosions de supernovæ. Ces éléments lourds enrichissent alors le gaz environnant et prennent part à la formation de nouvelles générations d'étoiles. Webb étudiera ces explosions de supernovæ, qui sont des morts explosives d'étoiles massives et comptent parmi les événements les plus énergétiques de l'Univers. Webb étudiera également les naines brunes : des objets astronomiques dont la masse est supérieure à la masse d'une planète mais inférieure à celle d'une étoile.



## L'Univers primordial

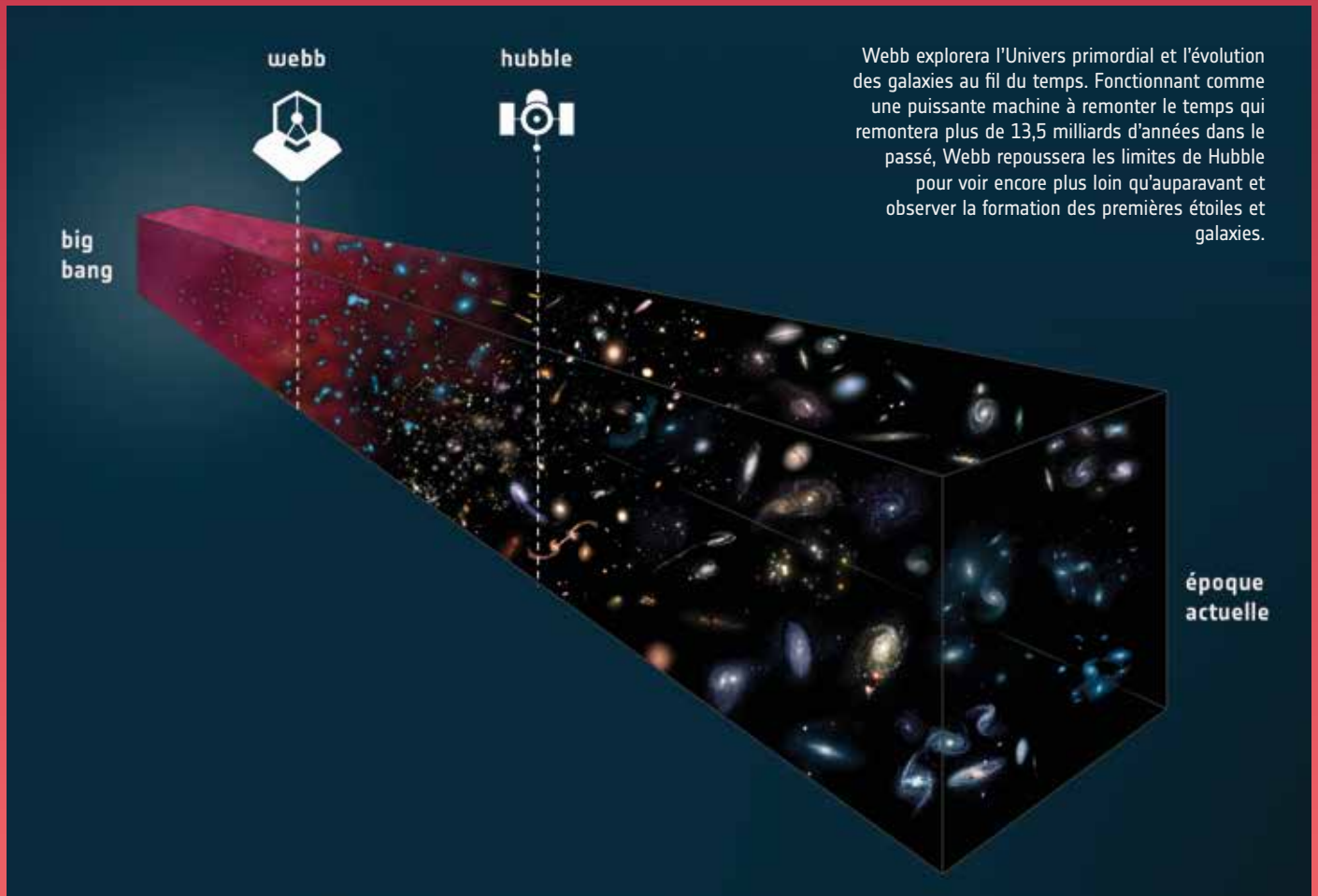
### • À quoi ressemblait l'Univers primitif ? Quand sont apparues les premières étoiles et galaxies ?

Pour la première fois dans l'histoire de l'humanité, nous avons l'occasion d'observer directement les premières étoiles et galaxies lorsqu'elles se forment au début de l'Univers. Lorsque nous observons un objet qui se trouve à un million d'années-lumière de nous, nous le voyons tel qu'il était il y a un million d'années : nous regardons dans le passé.


La lumière des galaxies lointaines, situées à des milliards d'années-lumière nous parvient à travers l'Univers en expansion et voit sa longueur d'onde étirée dans l'infrarouge. Leur observation avec sa vision infrarouge, fait de Webb une puissante machine à remonter le

temps, capable de remonter de plus de 13,5 milliards d'années dans le passé, peu après le Big Bang.

Certaines des images les plus remarquables de Hubble étaient ses images des « champs profonds » obtenues par longues expositions – sur plusieurs jours – pour capturer des milliers de galaxies en une seule image. Ils ont révélé les galaxies les plus lointaines jamais observées jusque-là et nous ont montré de jeunes galaxies qui étaient âgées de seulement quelques centaines de millions d'années et qui étaient petites, compactes et irrégulières. La sensibilité dans l'infrarouge de Webb permettra non seulement de regarder plus loin dans le passé, mais apportera aussi une moisson d'informations supplémentaires sur les étoiles et les galaxies de l'Univers primordial. Les données de Webb répondront également aux questions fascinantes sur la façon dont les trous noirs se sont formés et se sont développés au début ainsi que sur l'influence qu'ils ont eue sur la formation et l'évolution de l'Univers primordial.







Il s'agit du champ ultra-profond de Hubble, montrant près de 10 000 galaxies dans ce qui est l'image en lumière visible la plus profonde du cosmos. La lumière de ces galaxies a voyagé pendant des milliards d'années avant de nous parvenir.

---

## Les galaxies au fil du temps

- **Comment les premières galaxies ont-elles évolué au fil du temps ? Que pouvons-nous apprendre sur la matière noire et l'énergie noire ?**

L'Univers d'aujourd'hui est peuplé de galaxies : des îles cosmiques constituées de centaines de milliards d'étoiles. Leurs tailles et formes sont très différentes, chacune fournissant des indices sur sa formation et son évolution. Les premiers milliards d'années qui ont suivi le Big Bang étaient spectaculaire, dramatique : les galaxies ont été étirées, déchiquetées et fusionnées lors de rencontres fréquentes et parsemées de supernovæ, explosions d'étoiles massives à la courte durée de vie. En observant dans le domaine de la lumière infrarouge, Webb peut voir la majeure partie de la lumière des galaxies primordiales et révéler comment elles forment des étoiles ou encore des trous noirs absorbant la matière.

Webb étudiera également la matière noire, la matière qui remplit le cosmos mais qui n'est pas directement visible. Les données de Webb viendront compléter celles de la mission Euclid de l'ESA, qui cartographiera la géométrie de l'Univers et est spécifiquement conçue pour étudier la matière noire, ainsi que l'énergie noire, la force responsable de l'expansion accélérée de l'Univers.

# LES INSTRUMENTS

**Webb dispose de quatre instruments puissants qui enquêteront sur l'Univers. Ils sont situés dans le module d'instruments scientifiques intégré derrière le miroir primaire.**

## **NIRSpec — le spectrographe infrarouge proche**

Un **spectrographe** est utilisé pour disperser la lumière d'un objet dans ses différentes longueurs d'onde, formant un spectre, de la même manière qu'un arc-en-ciel se forme lorsque la lumière passe à travers un prisme. Tout objet qui absorbe ou émet de la lumière peut être étudié à l'aide d'un spectrographe pour déterminer des caractéristiques telles que sa température, sa densité, sa composition chimique et sa vitesse. Les images de Webb nous diront à quoi ressemble un objet, tandis que ses spectres nous diront de quoi il s'agit et de quoi il est fait.

L'instrument NIRSpec fourni par l'ESA est le spectrographe proche infrarouge principal de Webb. Son objectif majeur est de permettre de grands relevés spectroscopiques des objets astronomiques tels que les étoiles ou les galaxies lointaines. Ceci est rendu possible par son puissant mode de spectroscopie multi-objets basé sur des micro-obturbateurs. Ce mode permet d'obtenir les spectres de jusqu'à près de 200 objets simultanément, sur un champ de vision de 3,6 x 3,4 **minutes d'arc** — c'est la première fois que cette méthode est utilisée depuis l'espace. Ce mode permet une utilisation très efficace du précieux temps d'observation de Webb.

NIRSpec propose également des modes de spectroscopie intégrale de champ et à fente qui rendront possibles des études détaillées des objets astronomiques individuels.

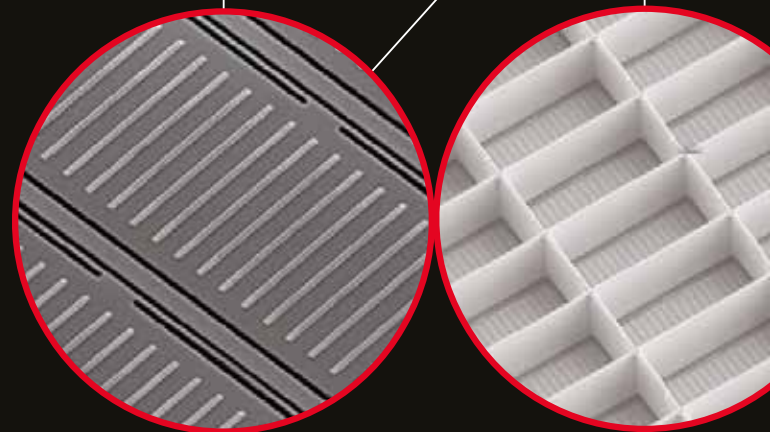
**Une minute d'arc est une unité de mesure angulaire correspondant à un soixantième de degré et est utilisée en astronomie pour décrire les petits angles. Par exemple, le diamètre angulaire de la Lune est d'environ 30 minutes d'arc.**

▼ Cette figure montre le chemin suivi par la lumière d'un objet astronomique lorsqu'elle traverse NIRSpec avant d'atteindre le détecteur.

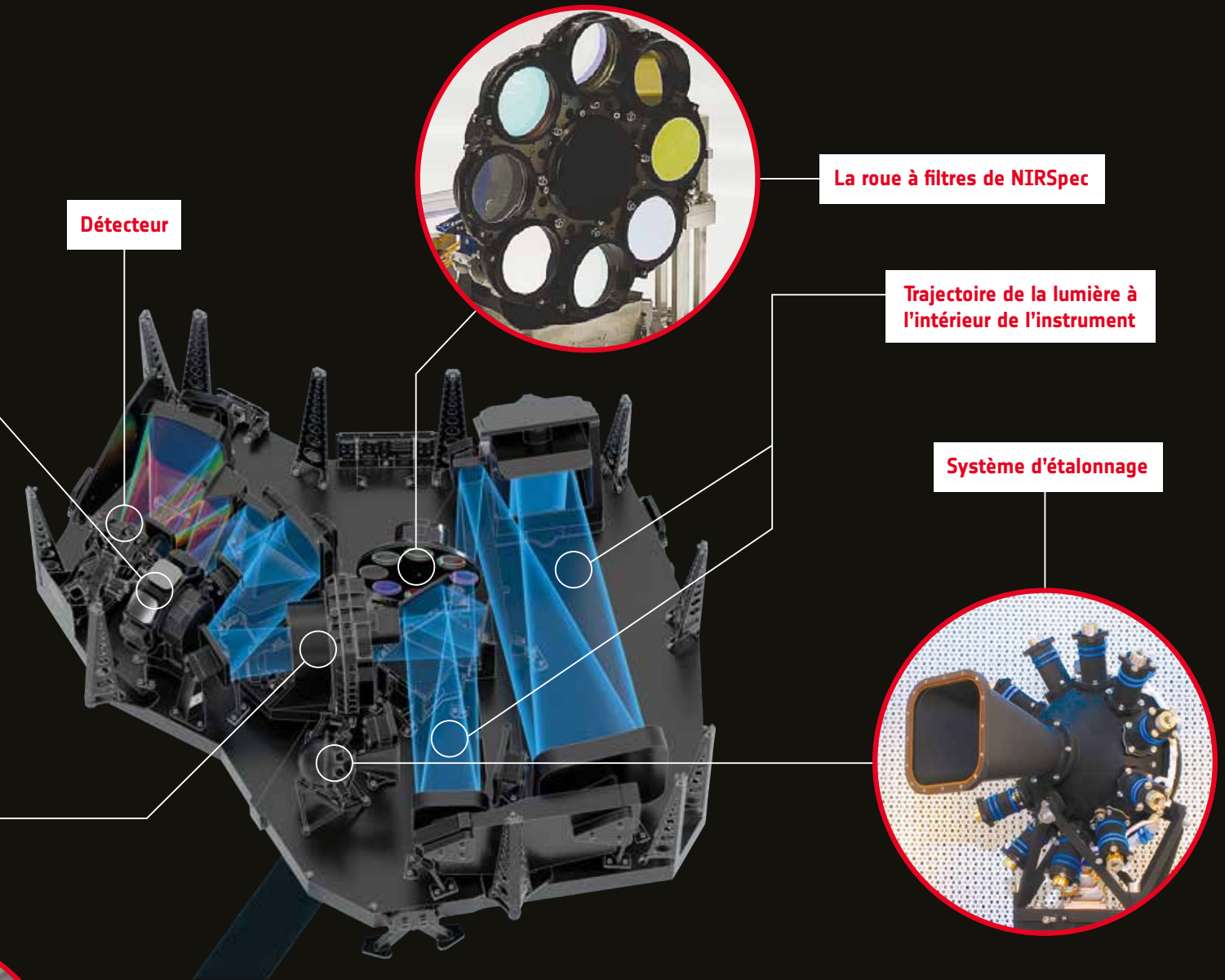


**La roue à réseaux et à prisme de NIRSpec**

**Micro-obturbateurs**



# INSTRUMENTS DE WEBB



Détecteur

La roue à filtres de NIRSpec

Trajectoire de la lumière à l'intérieur de l'instrument

Système d'étalonnage

Micro-obturbateurs

Six combinaisons de filtres et de réseaux fournissent une spectroscopie haute et moyenne résolution dans la plage de longueurs d'onde comprise entre 0,7  $\mu\text{m}$  et 5,2  $\mu\text{m}$ . Le prisme permet une spectroscopie à plus faible résolution dans la plage comprise entre 0,6  $\mu\text{m}$  et 5,3  $\mu\text{m}$ .

## MIRI – l'instrument infrarouge moyen

MIRI est le seul instrument du télescope capable de fonctionner dans les longueurs d'onde de l'infrarouge moyen. Il s'attaquera à l'ensemble des objectifs scientifiques de Webb, de l'observation de notre propre système solaire et d'autres systèmes planétaires à l'étude de l'Univers primordial. MIRI est un instrument polyvalent offrant un large éventail de modes : imagerie, **coronographie** et différentes spectroscopies.

Pour observer le cosmos dans le domaine de l'infrarouge moyen, MIRI doit être maintenu à une température inférieure de 30 degrés Celsius par rapport aux autres instruments de l'observatoire Webb. Ceci est possible au moyen d'un système de refroidissement innovant connu sous le nom de cryoréfrigération, lequel agira comme un réfrigérateur supplémentaire pour l'instrument MIRI.

MIRI est issu d'un partenariat entre l'Europe et les États-Unis.

Un coronographe est utilisé pour bloquer la lumière directe des étoiles afin que les objets proches, lesquels autrement seraient cachés dans l'éblouissement brillant de l'étoile, puissent être étudiés.

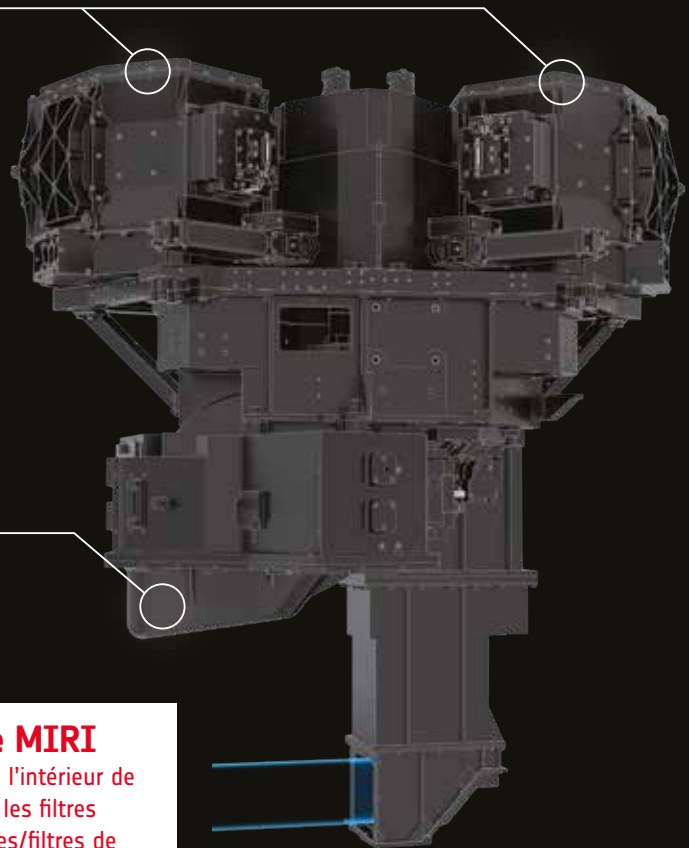
### Découpeur d'image de MIRI

La technique de la « découpe d'image » réorganise le signal d'une image 2D du ciel en un ensemble de tranches. Ces tranches sont transmises à un spectrographe générant un spectre pour chaque pixel, puis elles sont disposées dans un cube de données (illustré à la page 12).



### Roue à filtres de MIRI

Cette roue, qui s'insère à l'intérieur de l'imageur, porte à la fois les filtres d'imagerie et les masques/filtres de coronographe.

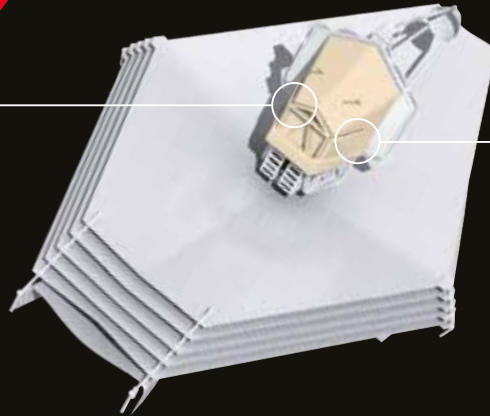


▲ MIRI fournira l'imagerie, la coronographie et la spectroscopie dans la gamme de longueurs d'onde comprise entre 5  $\mu\text{m}$  et 28  $\mu\text{m}$ . Il fonctionnera à  $-266\text{ }^\circ\text{C}$  (contrairement aux  $-233\text{ }^\circ\text{C}$  appliqués au reste de l'observatoire). C'est à peine sept degrés au-dessus du zéro absolu, la température la plus basse possible selon les lois de la physique.



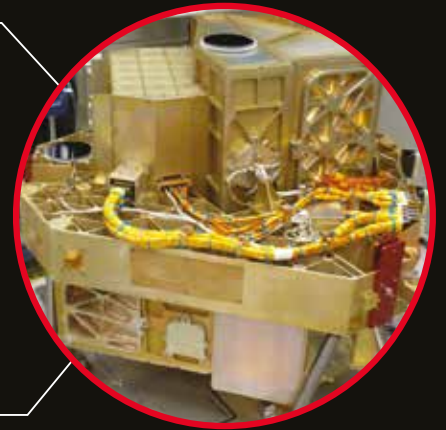
### NIRCам

Ce dispositif d'imagerie proche infrarouge grand champ à deux canaux couvrira la plage de longueurs d'onde comprise entre 0,6  $\mu\text{m}$  et 5  $\mu\text{m}$  à l'aide d'une sélection de filtres permettant une imagerie multicolore des objets astronomiques.



### NIRISS

NIRISS facilitera la spectroscopie sans fente entre 1,0  $\mu\text{m}$  et 2,5  $\mu\text{m}$ .



▲ NIRCам et NIRISS complètent l'ensemble d'instruments de Webb.

## NIRCам — dispositif d'imagerie infrarouge proche

NIRCам de Webb est le dispositif d'imagerie principal de l'observatoire et il pourra imager simultanément le cosmos dans deux parties de l'infrarouge proche différentes. Profitant de l'incroyable qualité d'image de Webb et de son grand miroir primaire, l'instrument capturera certaines des images proche infrarouge les plus profondes (c'est-à-dire les plus lointaines) jamais obtenues, détectant ainsi la lumière des premières étoiles et galaxies. NIRCам dispose également de capacités coronographiques et spectroscopiques, qui seront par exemple utilisées pour caractériser les exoplanètes.

NIRCам sera également l'outil d'alignement principal du télescope. Il a été fourni par l'Université de l'Arizona.

## NIRISS — l'imageur proche infrarouge et le spectrographe sans fente

NIRISS est un instrument innovant qui soutiendra les opérations selon trois modes d'observation. Il dispose d'un dispositif d'imagerie qui sera utilisable en parallèle avec NIRCам pour fournir

à Webb des capacités supplémentaires en imagerie. Il dispose d'un spectrographe sans fente, où toute la lumière frappant la caméra sera dispersée dans son spectre. Contrairement à un spectrographe ordinaire, la source lumineuse d'un spectrographe sans fente n'est pas une fente étroite.

NIRISS propose également un mode spectroscopique spécialement conçu pour la caractérisation des exoplanètes à l'aide de la spectroscopie de transit, une technique qui permet à Webb d'étudier la composition chimique de l'atmosphère d'une exoplanète lorsqu'elle transite devant son étoile hôte. Le dispositif de pointage fin qui accompagne NIRISS permettra à Webb de rester constamment verrouillé, avec une très haute précision, sur une cible céleste spécifique, même en mouvement. Cette haute précision lui permet d'obtenir des images et des spectres avec un très bon piqué d'image.

Avec NIRISS, les astronomes étudieront si les spectres de planètes lointaines présentent ou non des raies caractéristiques de molécules telles que l'eau, le dioxyde de carbone, le méthane et l'oxygène dans leur atmosphère, les éléments clés pour la recherche des conditions essentielles à la vie.

NIRISS a été fourni par l'Agence spatiale canadienne.

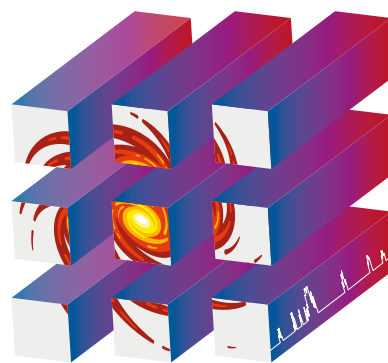
# LA SPECTROSCOPIE AVEC WEBB

**NIRSpec et MIRI effectuent des observations spectroscopiques des cibles étendues et complexes (telles que des galaxies, des nébuleuses ou encore des champs d'étoiles ou de galaxies très peuplés) en un seul cliché.**

La technologie utilisée par les deux instruments est celle des « unités intégrales de champ » (IFU) qui utilisent une technique de découpe d'image pour découper et réorganiser le signal d'une image bidimensionnelle du ciel en un ensemble de tranches. Ces tranches sont transmises à un spectrographe générant un spectre pour chaque pixel, puis elles sont disposées dans un cube de données. Ce cube est un empilement de nombreuses images de la même cible, chacune à une longueur d'onde différente, qui fournit un aperçu complet de l'ensemble de l'objet à l'étude.

Une autre technique est utilisée par le mode multi-objets de NIRSpec, qui se servira d'environ un quart de million de minuscules obturateurs, chacun de la largeur d'un cheveu humain, pouvant être configurés pour effectuer des observations spectroscopiques simultanées de plusieurs sources en une seule exposition. Dans ce mode, Webb pourra obtenir les spectres de jusqu'à 200 cibles à la fois.

▼ Une représentation de la spectroscopie intégrale de champ.

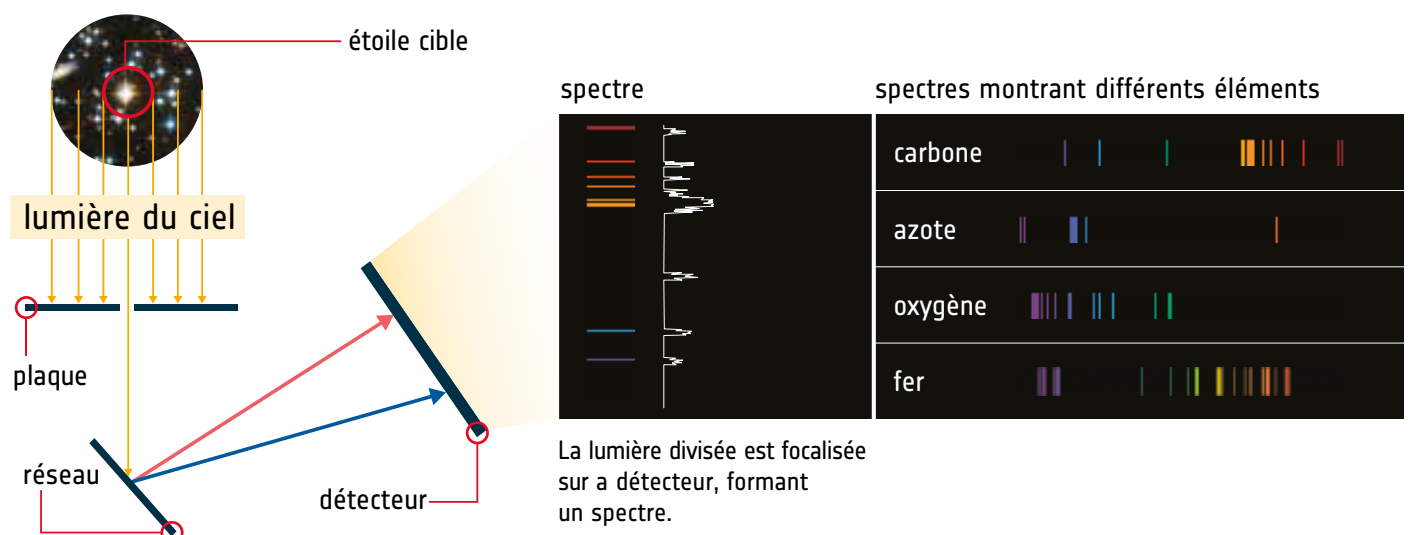


NIRSpec fournit une spectroscopie intégrale de champ sur une zone de  $3 \times 3$  secondes d'arc. Chaque spectre du cube de données résultant couvre  $0,1 \times 0,1$  seconde d'arc dans le ciel. Une seconde d'arc correspond à environ  $1/1800$ e du diamètre de la Lune. Les IFU de MIRI présentent un champ de vision allant de  $4 \times 4$  à  $8 \times 8$  secondes d'arc, avec une résolution entre 0,2 et 0,6 seconde d'arc.

## QU'EST-CE QUE LA SPECTROSCOPIE ?

Alors que les images de l'Univers stimulent et inspirent le public et les astronomes, la spectroscopie est un outil fondamental utilisé par les astronomes pour étudier l'Univers. Les spectrographes fournissent aux scientifiques les données nécessaires pour analyser les éléments constitutifs des étoiles, des nébuleuses, des galaxies et des atmosphères des planètes.

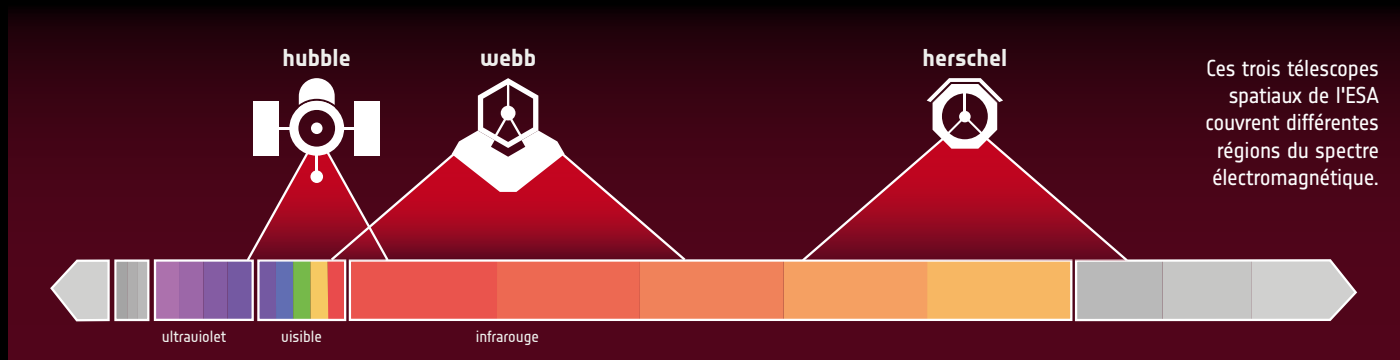
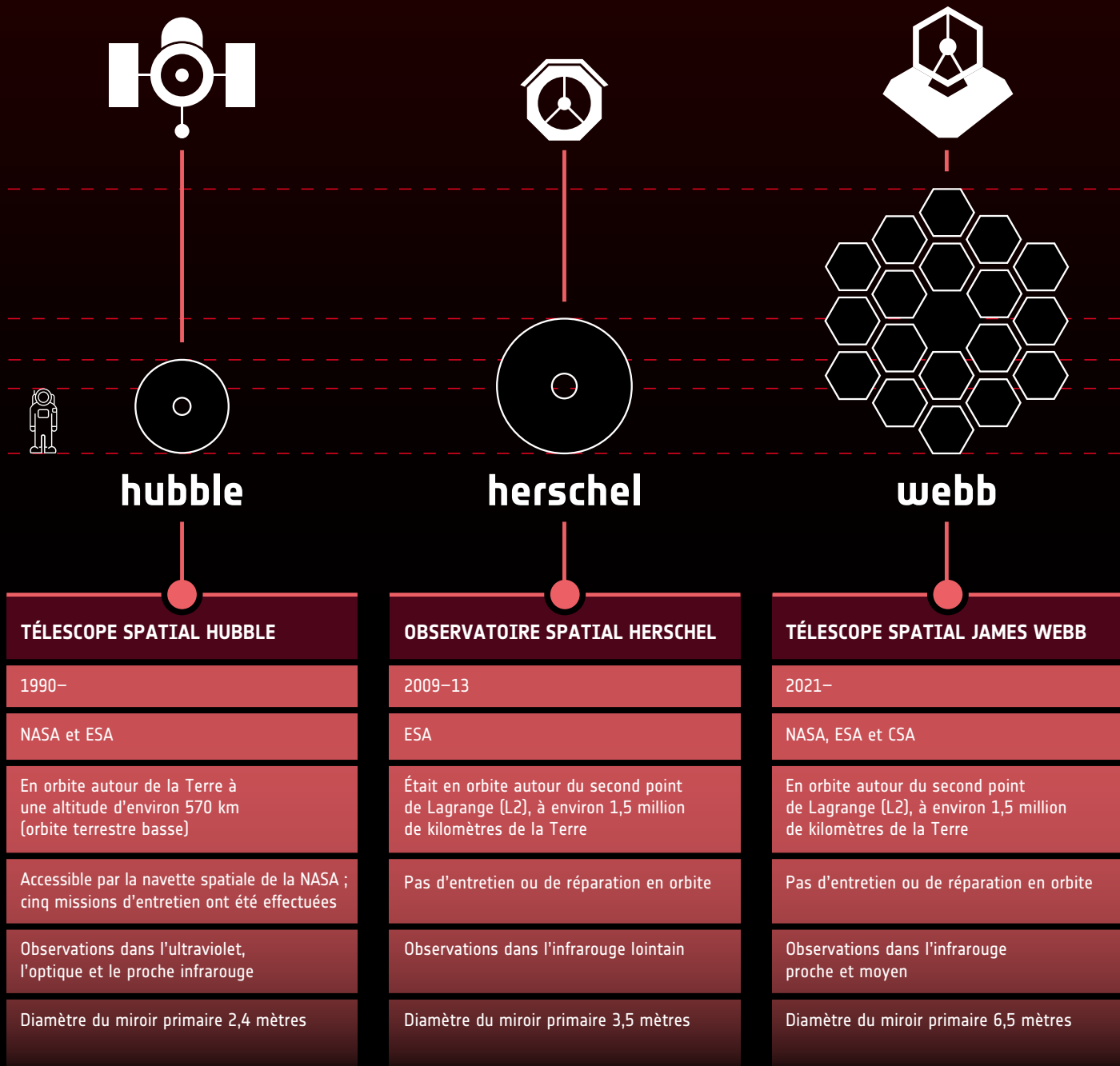
À l'aide d'un réseau ou d'un prisme, la lumière qui pénètre dans le télescope est divisée en ses différentes longueurs d'onde formant ainsi un spectre. Ce spectre est ensuite focalisé sur un détecteur. La lumière de chaque élément chimique présente un spectre unique, une empreinte digitale en quelque sorte. Le motif du spectre est analysé par les astronomes pour découvrir quels atomes et molécules sont présents dans la source lumineuse, et ainsi pour comprendre les différentes caractéristiques physiques et chimiques de la source.



# HUBBLE, HERSCHEL ET WEBB

Ces trois missions de l'ESA sont de précieuses sources de données pour la communauté scientifique.

Le tableau ci-dessous compare les spécifications et les capacités des trois. Hubble et Webb se compléteront, car Webb repoussera les limites de Hubble pour voir encore plus loin et observer la formation des premières étoiles et galaxies. L'observatoire spatial Herschel de l'ESA portait à son bord le plus grand miroir jamais construit pour un télescope spatial avant le miroir de Webb, qui fait presque le double de sa taille. Ensemble, ces observatoires couvrent une grande partie du spectre électromagnétique, offrant une vision panchromatique de l'Univers.



Webb à bord d'Ariane 5 lors  
du largage de la coiffe.



© ESA - D. Ducros

# WEBB À BORD D'ARIANE

**Dans le cadre de l'accord de collaboration internationale, l'ESA assure le lancement de l'observatoire à l'aide du lanceur Ariane 5.**

**En collaboration avec des partenaires**, l'ESA est responsable du développement et de la qualification des adaptations d'Ariane 5 pour la mission Webb et de la fourniture des services de lancement.

Le lanceur Ariane 5 de l'ESA, construit par ArianeGroup, est en service depuis 1996 et a déjà effectué plus de 100 lancements depuis le port spatial de l'Europe situé en Guyane française. Il mesure 53 m de hauteur et 5,4 m de diamètre avec une masse au décollage de 780 tonnes.

Ariane 5 a déjà prouvé sa capacité à livrer des missions scientifiques en direction du second point de Lagrange (L2) avec

le lancement des satellites Herschel et Planck en 2009. Il placera Webb directement sur une trajectoire d'insertion en orbite du L2 très précise. Webb poursuivra ensuite son voyage seul pendant quatre semaines, pour finalement atteindre cette destination quatre fois plus éloignée que la Lune.

## **Ariane 5 et Webb, le couple parfait**

La fusée spatiale Ariane 5 a été personnalisée pour répondre à toutes les exigences spécifiques de cette mission. Quelques modifications notables ont été effectuées.



La coiffe est la structure qui protégera Webb pendant le décollage et sa traversée de l'atmosphère. De nouveaux équipements garantissent que les orifices de ventilation autour de la base de la coiffe restent complètement ouverts. Cela minimisera le choc de la dépressurisation lorsque la coiffe se divisera et s'écartera du lanceur.

Certains éléments de Webb sont sensibles au rayonnement du Soleil et au réchauffement par la friction avec l'atmosphère. Pour le protéger après le largage de la coiffe, Ariane 5 effectuera à certaines phases une manœuvre de rotation spécialement étudiée pour Webb. Cela évite toute position fixe du télescope par rapport au Soleil.

Une batterie supplémentaire est installée sur Ariane 5 pour permettre à l'étage supérieur de la fusée de fournir une impulsion supplémentaire pour s'éloigner de Webb après son largage.

## Lancement depuis le port spatial de l'Europe

Le port spatial de l'Europe en Guyane française est le site de lancement idéal pour une mission extraordinaire telle que Webb. Situé près de l'équateur, il permet aux lanceurs de gagner en performance grâce à un « effet de fronde » dû à la vitesse de rotation de la Terre. Un océan ouvert vers l'est offre une trajectoire de lancement loin des zones peuplées. En outre, cette région ne présente aucun risque de cyclones ou de tremblements de terre.



Le télescope Webb replié à l'intérieur de la coiffe de la fusée Ariane 5 fournie par l'ESA.



© ESA - D. Ducros



Webb en train de se séparer de l'étage supérieur

© ESA - D. Ducros

L'ESA est propriétaire du complexe de lancement Ariane 5 et travaille en étroite collaboration avec ses partenaires : l'agence spatiale française CNES, qui exploite et entretient le port spatial ; Ariespace, assurant le service de lancement ; ArianeGroup et d'autres partenaires industriels pour l'assemblage du lanceur et son opération.

## Campagne du lancement de Webb

Une équipe de plus de 100 experts qui seront hébergés au port spatial de l'Europe participeront à la campagne du lancement de Webb qui s'étendra sur près de 70 jours. Pour certains, la préparation finale d'Ariane 5 pour Webb est l'aboutissement de quinze années d'efforts passionnés. La NASA est très impliquée dans le projet de lancement et travaille en étroite collaboration avec l'ESA.

Webb est énorme. Bien que l'observatoire ne pèse que six tonnes, il mesure plus de 10,5 m de hauteur et près de 4,5 m de largeur en position repliée. Son conteneur d'expédition mesure 30 m de long et, avec l'équipement inclus, pèse plus de 70 tonnes. C'est la raison pour laquelle Webb sera acheminé en Guyane française par voie maritime via le canal de Panama pour accoster dans le port de Pariacabo à Kourou. De là, il sera transporté par un camion dédié jusqu'au port spatial de

l'Europe. L'équipement au sol arrivera par voie maritime et aérienne en provenance des États-Unis.

Les exigences de propreté sont si élevées qu'une tente de 12,5 m de hauteur et 12 m de largeur sera placée au-dessus de Webb à l'intérieur de la salle blanche elle-même. Cette tente sera purgée à tout moment avec de l'air extrêmement pur pour éliminer toute contamination. Chaque fois qu'elle sera retirée, des murs de filtres prendront le relais et des ventilateurs seront allumés. En outre, la coiffe et les autres pièces de fusée proches de Webb seront spécialement traitées pour assurer leur propreté.

Du moment du décollage jusqu'à la séparation, les services du CNES Launch Range suivront Ariane 5 depuis les stations terrestres à Kourou, l'île de l'Ascension (Atlantique Sud), Natal (Brésil), Libreville (Gabon) et Malindi (Kenya).

Immédiatement après la séparation de Webb de la fusée, le réseau de stations de suivi de l'ESA, ESTRACK, suivra les opérations de la phase orbitale initiale à l'aide de sa station terrestre à Malindi en collaboration avec le réseau de stations de la NASA. ESTRACK est un réseau de stations terrestres situées dans sept pays, capable de suivre les engins spatiaux presque n'importe où, même ceux qui voyagent loin dans notre système solaire.

**Le port spatial de l'Europe est une zone à accès limité qui couvre 690 km<sup>2</sup> et qui offre une protection à une faune sauvage d'une rare biodiversité. Il s'agit de l'un des plus grands espaces naturels protégés du littoral guyanais.**

▼ Ariane 5 utilise une puissance immense au décollage.



Ariane 5 lors du transfert du bâtiment d'assemblage final à la rampe de lancement, à Kourou.



# COLLABORATION INTERNATIONALE

**Webb est un projet international mené par la NASA en partenariat avec l'ESA et l'Agence spatiale canadienne (ASC).**

La collaboration internationale permettant de construire cet observatoire a été inspirée par le succès de la mission Hubble. Les partenaires du projet ont commencé à coopérer en 1996 pour concevoir et construire un successeur scientifiquement digne d'Hubble et qui élargirait encore nos connaissances en matière de science et d'astronomie.

## Webb et Europe

La participation de l'ESA à la mission Webb a été formellement approuvée par le Comité du programme scientifique de l'ESA en 2003. Les quatre contributions européennes majeures à la mission ont été formalisées dans un accord signé par la NASA et l'ESA en 2007. Ces contributions sont les suivantes :

- l'instrument NIRSpec
- le système optique de l'instrument MIRI
- le lanceur Ariane 5 et tous les services de lancement
- des scientifiques dont la tâche est de soutenir les opérations de la mission

En contrepartie des contributions européennes, l'ESA obtient un partenariat concernant la mission Webb et un accès complet à l'observatoire Webb pour les astronomes des États membres de l'ESA, dans des conditions identiques à celles d'aujourd'hui sur Hubble. Les scientifiques européens seront représentés dans tous les organes consultatifs du projet et pourront se voir allouer du temps d'observation sur Webb au travers d'un processus de

sélection par les pairs, avec une allocation totale pour l'ESA de 15 % du temps d'observation de Webb.

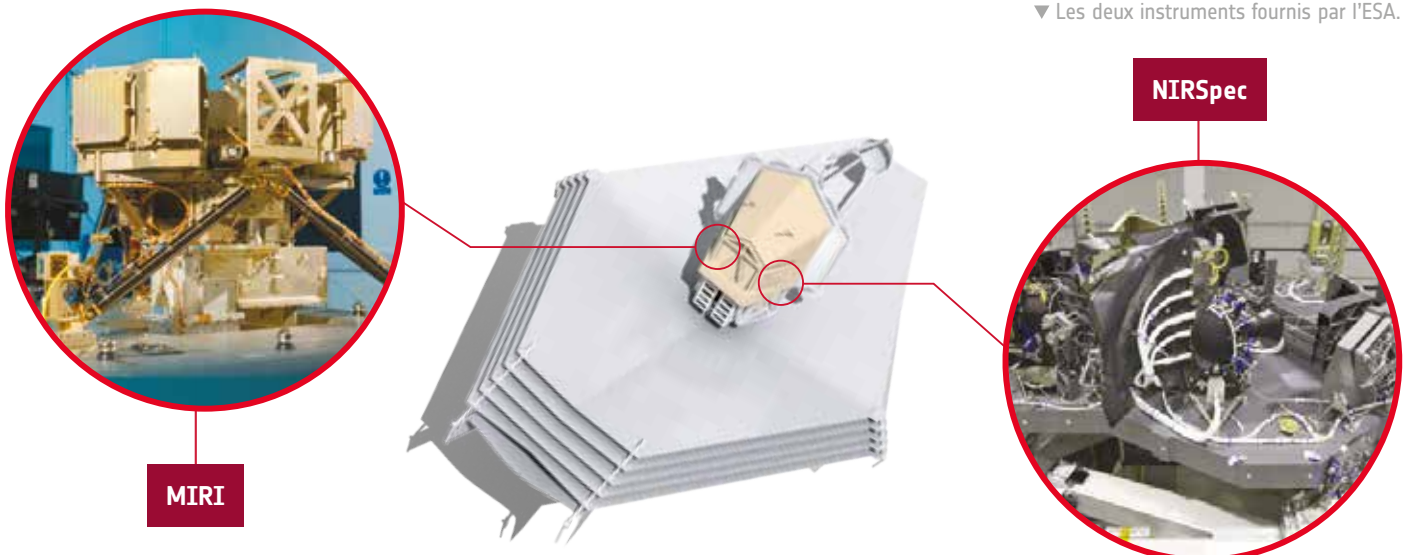
L'ESA fournira 15 astronomes au centre scientifique et opérationnel (S&OC) de Webb pour la durée de la mission. Le S&OC sera situé au Space Telescope Science Institute (STScI) à Baltimore, aux États-Unis, et il est responsable des opérations techniques et scientifiques de l'observatoire.

## Les contributions de l'Europe à l'ensemble d'instruments de Webb

NIRSpec est construit par l'industrie européenne selon les spécifications de l'ESA et géré par le projet ESA Webb à l'ESTEC, aux Pays-Bas. Le maître d'œuvre est Airbus Défense and Space à Ottobrunn, en Allemagne. Les détecteurs de NIRSpec et ses systèmes de micro-obturbateurs sont fournis par le Goddard Space Flight Center (GSFC) de la NASA.

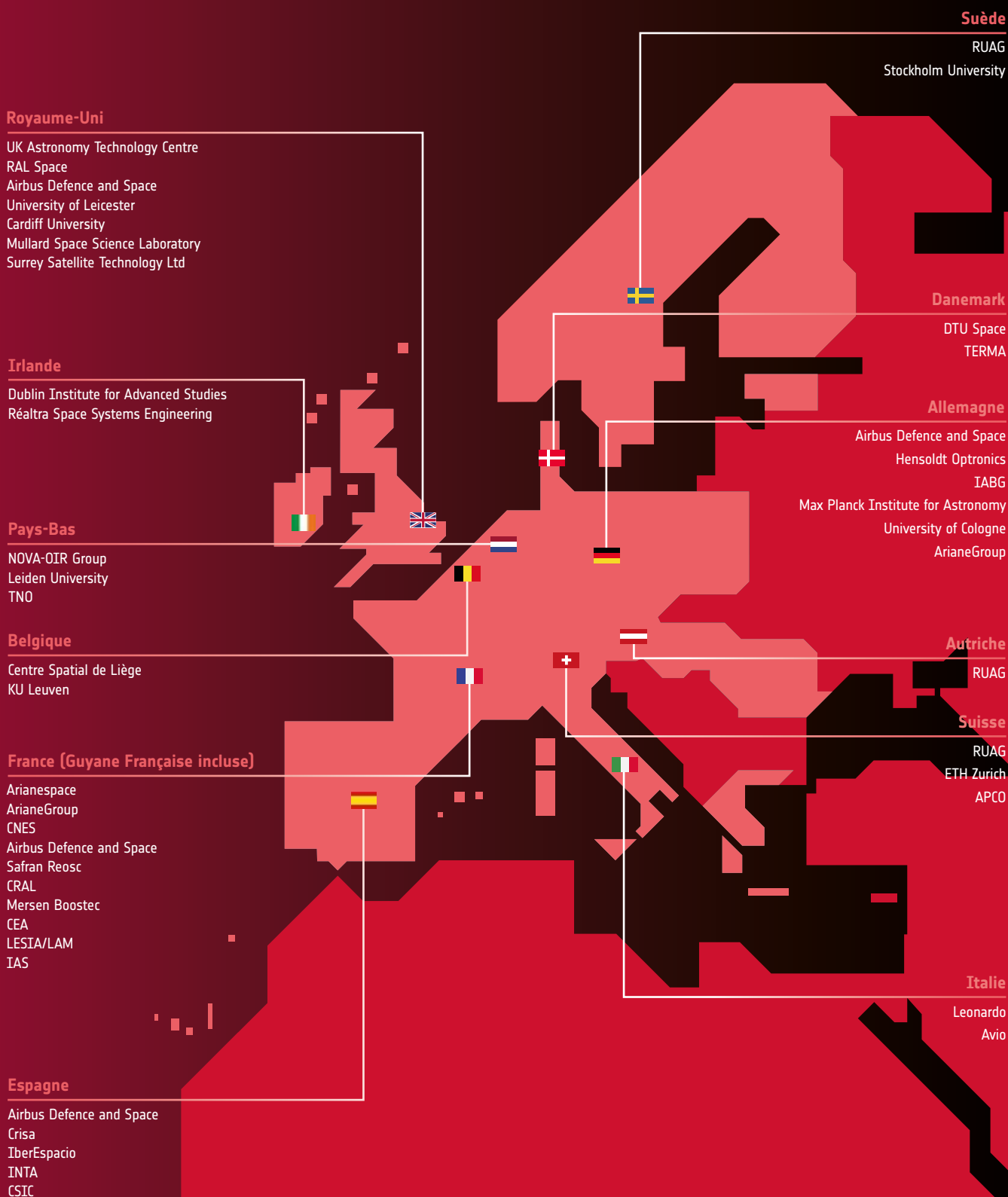
MIRI a été développé dans le cadre d'un partenariat entre l'Europe et les États-Unis. Les principaux partenaires sont l'ESA, un consortium d'instituts européens financés au niveau national, le Jet Propulsion Laboratory (JPL) et le GSFC. Les instituts du Consortium européen ont construit l'imageur MIRI, les spectrographes et le coronographe selon les normes de l'ESA tandis que les détecteurs et les systèmes de refroidissement dédiés sont fournis par le JPL.

▼ Les deux instruments fournis par l'ESA.

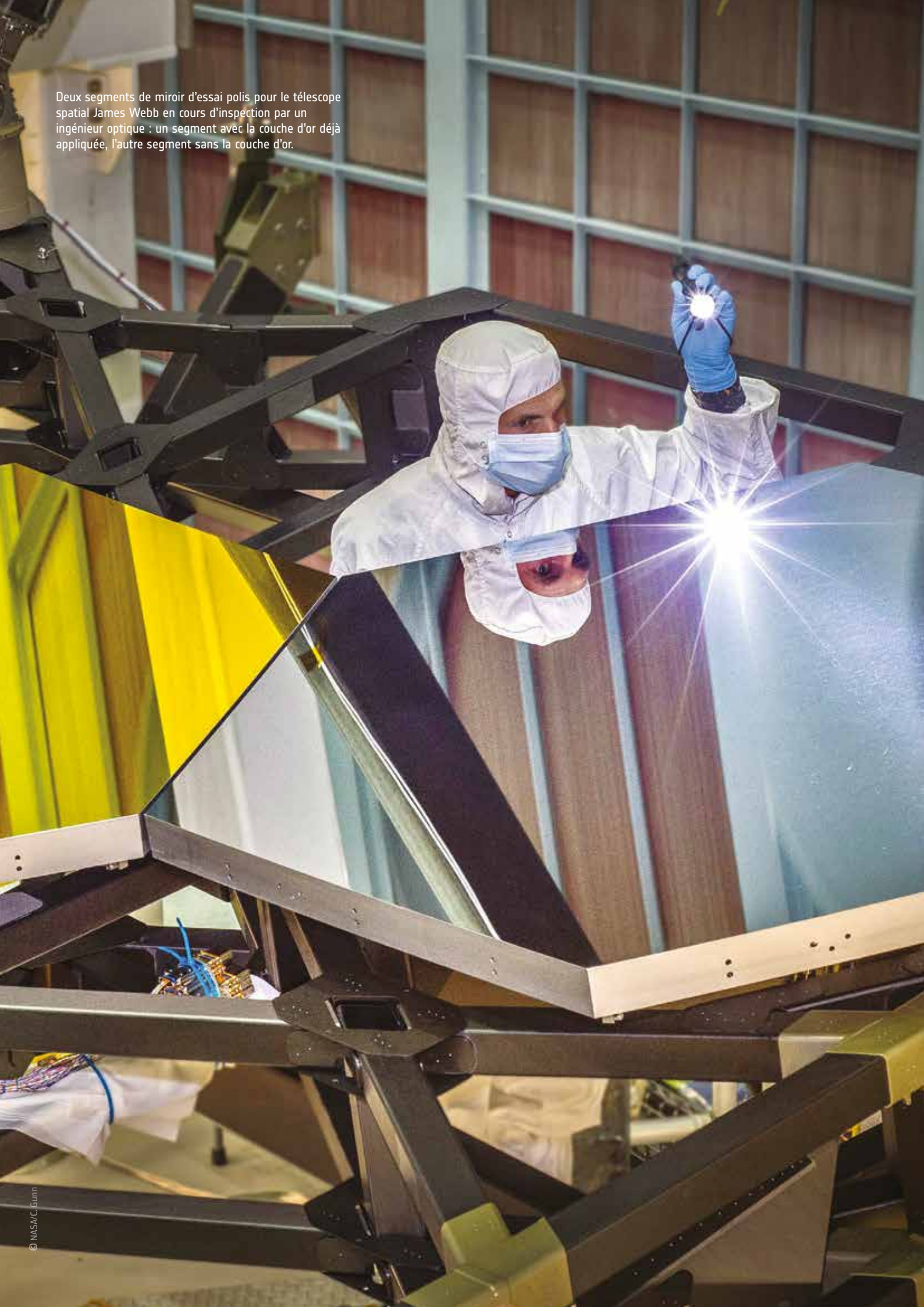


# CARTE DES PARTENAIRES EUROPÉENS

La carte met en évidence les principales contributions de l'ESA et de ses partenaires européens au développement de NIRSspec et de MIRI ainsi qu'au lanceur Ariane 5. Tous les États membres de l'ESA contribuent par le biais du programme scientifique obligatoire.



Deux segments de miroir d'essai polis pour le télescope spatial James Webb en cours d'inspection par un ingénieur optique : un segment avec la couche d'or déjà appliquée, l'autre segment sans la couche d'or.



# MISSIONS SCIENTIFIQUES SPATIALES DE L'ESA

## explorateurs du système solaire



### bepicolombo

La première mission européenne sur Mercure étudiera l'intérieur, la surface, l'atmosphère et la magnétosphère de cette mystérieuse planète pour comprendre ses origines.



### cluster

Une mission à quatre satellites qui étudie dans des détails inégalés l'interaction entre le Soleil et la magnétosphère terrestre.



### envison

Étudier Venus depuis son cœur jusqu'au sommet de son atmosphère pour déterminer pourquoi elle a évolué de façon si différente par rapport à la Terre.



### exomars

Deux missions comprenant un orbiteur permettant d'étudier l'atmosphère martienne, une plateforme scientifique de surface et une jeep lunaire destinées à la recherche de la vie sous la surface.



### juice

Explorateur des lunes glacées de Jupiter, effectuant des enquêtes détaillées sur la géante gazeuse et évaluant le potentiel d'habitabilité de ses grands satellites glacés.



### mars express

La première mission européenne vers Mars, fournissant une image globale sans précédent de l'atmosphère, de la surface et du sous-sol de la planète rouge.



### smile

Compréhension plus complète de la connexion Soleil-Terre en mesurant le vent solaire et son interaction dynamique avec la magnétosphère.



### soho

Fourniture de nouvelles visualisations de l'atmosphère et de l'intérieur du Soleil et enquête sur la cause du vent solaire.



### solar orbiter

Une mission visant à étudier le Soleil de près, en collectant des images et des données haute résolution de notre étoile et de son héliosphère.



**Pour plus d'informations sur Webb:**

[esa.int/webb](https://esa.int/webb)



**Pour plus d'informations sur Ariane:**

[esa.int/ariane](https://esa.int/ariane)

## observateurs cosmiques



### ariel

Réalisation d'un recensement chimique d'un échantillon large et diversifié d'exoplanètes par analyse de leurs atmosphères.



### athena

Un télescope spatial à rayons X avancé permettant de cartographier les structures gazeuses chaudes afin de déterminer leurs propriétés physiques et de rechercher des trous noirs supermassifs.



### cheops

Caractérisation des exoplanètes connues pour être en orbite autour d'étoiles brillantes proches.



### euclid

Exploration de la nature de l'énergie noire et de la matière noire, révélant l'histoire de l'expansion accélérée de l'Univers et de la croissance de la structure cosmique.



### gaia

Création d'un catalogue du ciel nocturne et recherche d'indices sur l'origine, la structure et l'évolution de notre Voie lactée.



### hubble

Extension des frontières de l'Univers visible, visionnement en profondeur de l'espace à l'aide de dispositifs d'imagerie capables de voir dans les longueurs d'onde infrarouges, optiques et ultraviolettes.



### integral

Le premier observatoire spatial à observer les objets célestes simultanément en rayons gamma, en rayons X et en lumière visible.



### lisa

Le premier observatoire spatial des ondes gravitationnelles visant à étudier les fluctuations spatio-temporelles produites par des événements puissants tels que la fusion des trous noirs.



### plato

Étude des planètes telluriques en orbite jusqu'à la zone habitable des étoiles semblables au Soleil, et caractérisation de ces étoiles.



### webb

**Un observatoire spatial visant à observer les premières galaxies, à révéler la naissance des étoiles et des planètes, et à rechercher des planètes présentant un potentiel pour abriter la vie.**



### xmm-newton

Résolution des mystères de l'Univers violent des rayons X, des trous noirs énigmatiques à la formation des galaxies.

BR-348/FR: Webb – Voir plus loin  
ISBN 978-92-9221-134-9  
ISSN 0250-1589

# FAITS ET CHIFFRES

<b>Lancement</b>	2021
<b>Durée de la mission</b>	La durée nominale est de 5 ans ; l'objectif est de 10 ans
<b>Véhicule de lancement</b>	Ariane 5
<b>Masse au décollage</b>	6 200 kg, y-compris le carburant et l'adaptateur de lanceur
<b>Orbite</b>	Orbite de halo autour du point L2 Soleil-Terre, à environ 1,5 million de kilomètres de la Terre
<b>Dimensions à l'état replié</b>	10,66 m de hauteur × 4,47 m de largeur
<b>Miroir primaire</b>	6,5 m de diamètre, 18 segments de miroir en béryllium recouverts d'or
<b>Pare-soleil</b>	22 × 12 mètres, 5 couches
<b>Gamme de longueurs d'onde</b>	Entre environ 0,6 µm et 28 µm (infrarouge proche et moyen)
<b>Température de fonctionnement</b>	Télescope à -233 °C MIRI à -266 °C
<b>Centre opérationnel</b>	Space Telescope Science Institute à Baltimore, USA

## États membres de l'ESA :

Allemagne  
Autriche  
Belgique  
Danemark  
Espagne  
Estonie  
Finlande  
France  
Grèce  
Hongrie  
Irlande  
Italie  
Luxembourg  
Norvège  
Pays-Bas  
Pologne  
Portugal  
République tchèque  
Roumanie  
Royaume-Uni  
Suède  
Suisse



#WebbSeesFarther

Une Production ESA  
© 2021 European Space Agency