

# SMACS J0723.3-7327 et au-delà...

---



© NASA, ESA, CSA, STScI

## Quelques centaines de millions d'années après le Big Bang...

La première image publiée le 11 juillet dernier par les astronomes responsables du télescope spatial JWST nous permet de plonger loin dans l'Univers en remontant le temps.

Des objets situés à des distances très différentes figurent sur cette photographie.

Les plus proches de nous sont cette petite dizaine d'étoiles dotées de branches qui parsèment le cliché. Ce sont des étoiles « *proches* » de nous puisqu'elles appartiennent à notre propre Galaxie, La **Voie lactée**.

Leur distance est donc, tout au plus, de *quelques dizaines de milliers d'années-lumière*. Les « pointes » de ces étoiles sont dues pour les plus grandes à la forme hexagonale des segments du miroir principal, aux supports du miroir secondaire pour les autres.

En dehors de cette dizaine d'étoiles proches, **toutes les structures visibles sur l'image sont des galaxies<sup>1</sup> lointaines**, et même très lointaines...

Au centre de l'image se trouve l'amas de galaxies **J0723.3-7327**, qu'on abrège en **SMACS 0723-73**, situé dans la constellation du **Poisson volant<sup>2</sup>**, une petite constellation de l'hémisphère austral à ne pas confondre avec celle du **Poisson austral** qui est située un peu plus au Nord. Ces deux constellations sont invisibles depuis notre hémisphère boréal.

La distance de l'amas **SMACS 0723-73** est importante : un peu plus de *5 milliards d'années-lumière*.

Son grand intérêt est qu'il joue le rôle de *lentille gravitationnelle* et nous permet de voir des images multiples, amplifiées et déformées, d'autres galaxies ou amas de galaxies situées encore plus loin derrière lui : ce sont ces dizaines de structures plus ou moins arquées qui parsèment le champ et sont visibles tout autour de l'amas central, des *mirages gravitationnels*.

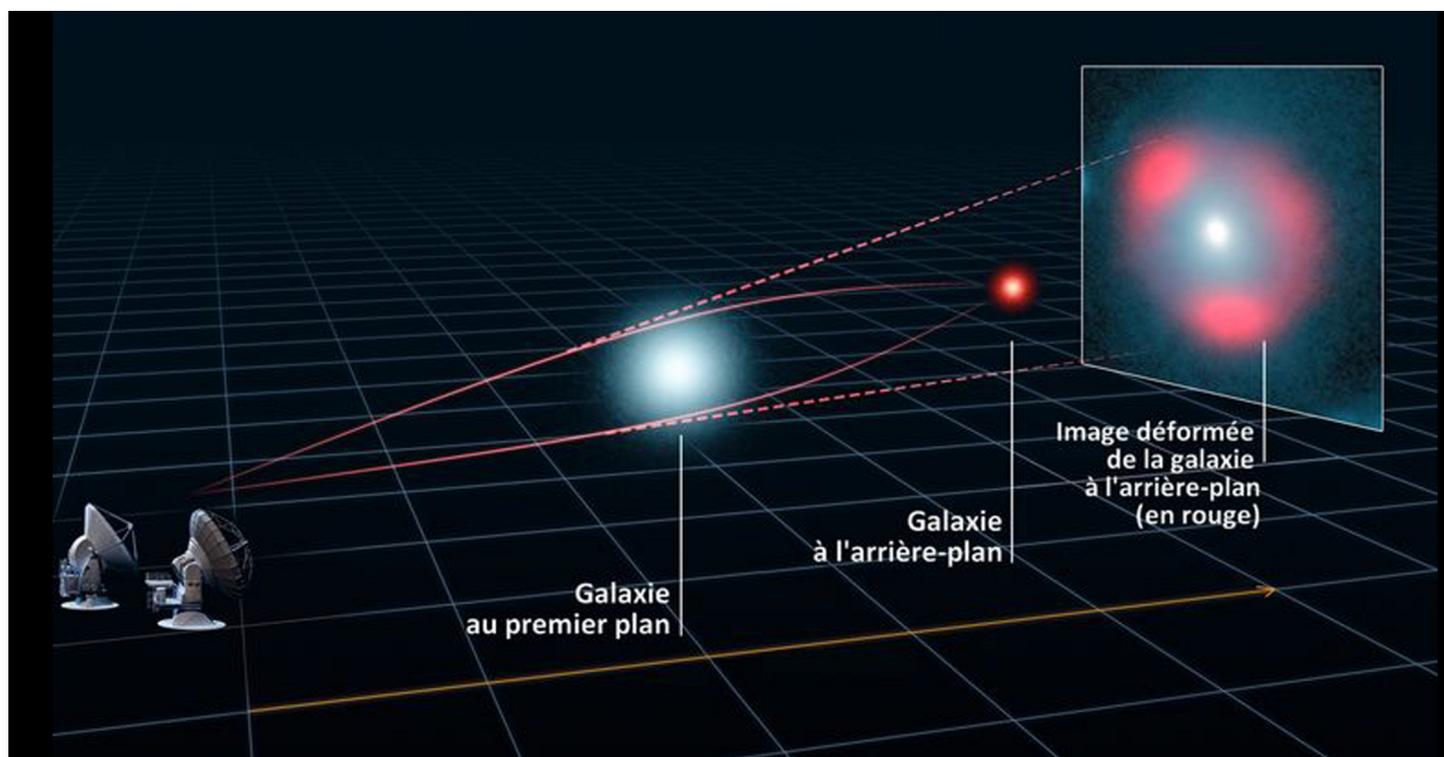


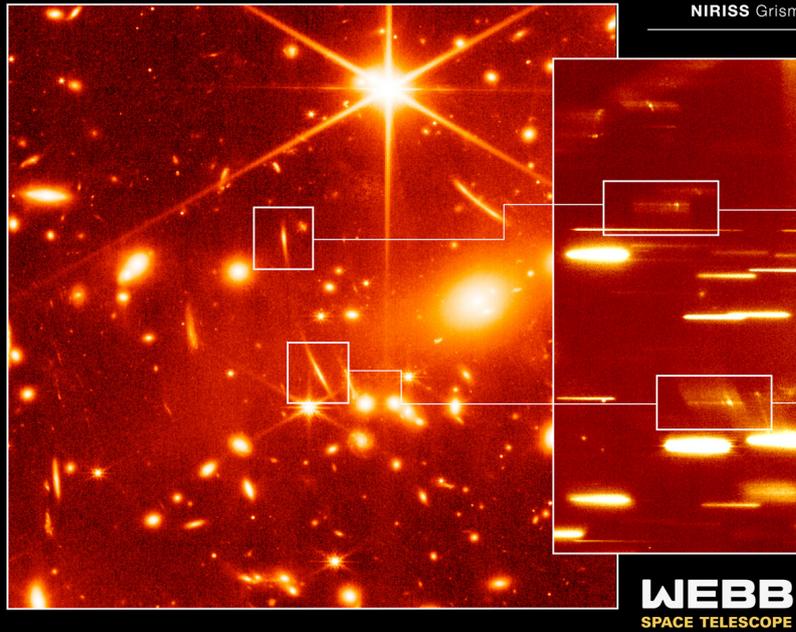
Schéma de principe d'un mirage gravitationnel. Ce phénomène fut observé pour la première fois lors de l'*éclipse totale du Soleil* des 28-29 mai 1919, depuis le site de **Sobral**, au **Brésil** ; on put alors constater sur les clichés pris durant la phase de totalité de l'éclipse que les images d'étoiles qui auraient dû être cachées par le disque noir de la **Lune**, recouvrant lui-même celui du **Soleil**, étaient visibles à côté de celui-ci. C'était la première confirmation de la théorie de la *Relativité générale*, publiée peu de temps auparavant par **Albert Einstein**, théorie qui prévoyait la courbure de l'espace-temps par des masses importantes, entraînant la déviation des rayons lumineux. On connaît aujourd'hui des centaines de mirages gravitationnels.

On avait déjà observé, grâce aux plus puissants télescopes terrestres et sur de nombreux clichés pris par le télescope spatial **Hubble**, de telles structures qui parsèment un peu partout le fond du ciel ; mais jamais on n'en avait détecté autant sur une si petite partie de la voûte céleste !

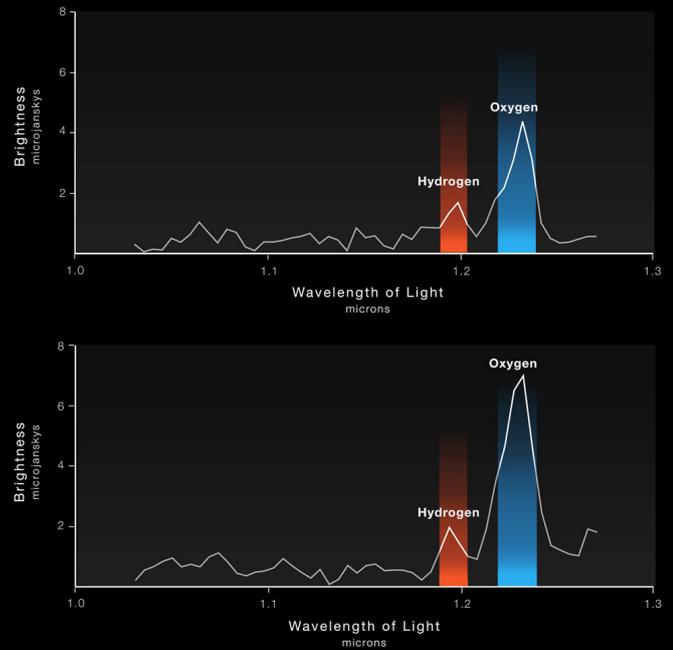
1. Chaque *galaxie* est une énorme collection d'étoiles plus ou moins semblables au **Soleil**, à l'image de notre **Galaxie**, la **Voie lactée**, qui en rassemble entre 150 et 200 milliards.

2. La dénomination de cette constellation du **Poisson volant**, comme celle de beaucoup de constellations du ciel austral et contrairement à la plupart de celles de notre ciel boréal, ne date pas de l'époque antique. Elle a été créée par les navigateurs néerlandais **Pieter Dirkszoon Keyser** et **Frederick de Houtman** à la fin du XVI<sup>e</sup> siècle et fut popularisée par **Johann Bayer** lorsqu'il publia en 1603 à **Augsbourg** son fameux catalogue d'étoiles l'*Uranometria*, premier atlas couvrant entièrement la sphère céleste.

NIRISS Imaging



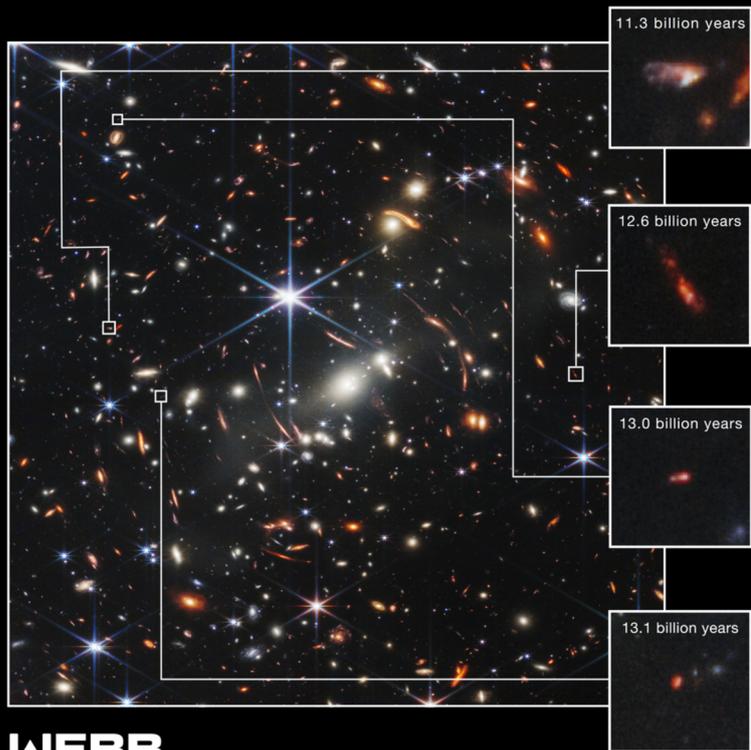
NIRISS Wide Field Slitless Spectroscopy



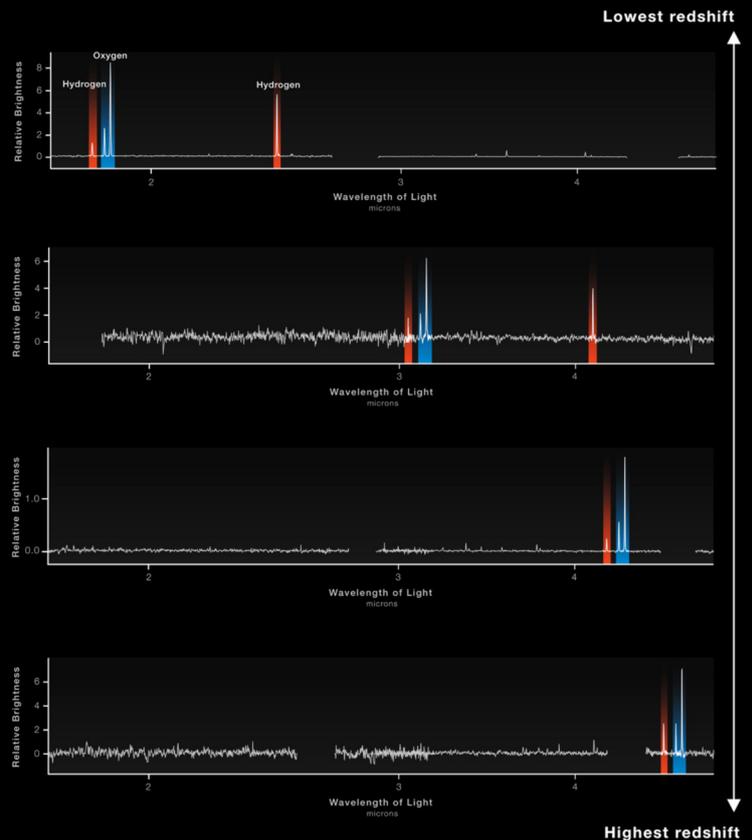
L'instrument NIRISS a réalisé les spectres de deux de ces arcs (*ci-dessus*), lesquels confirment qu'ils proviennent bien de la même structure lointaine – galaxie ou amas de galaxies – puisque leur décalage spectral est exactement le même, ainsi que les principales raies qu'ils présentent. Leur distance, fournie par le décalage, est bien évidemment plus grande que celle de **SMACS 0723-73**: de 5 milliards d'années-lumière, nous passons ici à 9,3 milliards.

Plus loin encore, nous voyons (*ci-dessous*) sur cette même image des galaxies dont le décalage spec-

NIRCam Imaging



NIRSpec Microshutter Array Spectroscopy



tral montre qu'elles sont situées à *des distances de 11,3, 12,6, 13,0 et 13,1 milliards d'années-lumière* de notre **Voie lactée**. La détection de structures aussi massives situées à de telles distances pose question: comment ont-elles pu amasser de si grandes quantités de matière à une période si précoce de l'histoire de l'Univers, quelques centaines de millions d'années « *seulement* » après le Big Bang? Mieux encore, le **JWST** a, depuis, acquis l'image d'une galaxie baptisée **GLASS-z13** dont le décalage des raies vers le rouge montre qu'elle serait située à une distance comprise *entre 13,4 et 13,5 milliards d'années-lumière*, encore plus proche du Big Bang que l'on situe, lui, à *13,8 milliards d'al...*

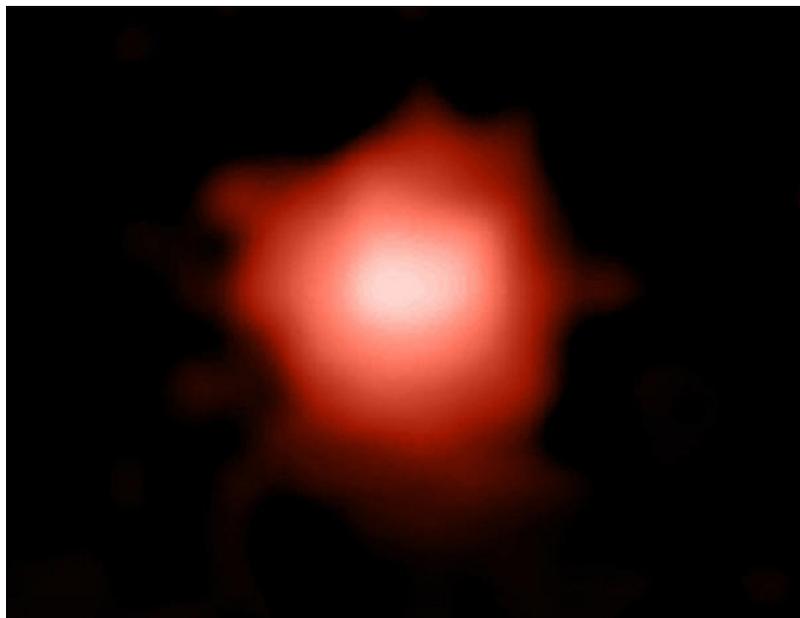


Image très grossie de **GLASS-z13** prise par le télescope spatial **James Webb** dans le proche infrarouge.

La mesure de son décalage vers le rouge fait encore débat en raison de sa précision approximative. Il faudra attendre sa confirmation par spectroscopie.

La présence de tels rassemblements de matière si tôt après le Big Bang pourrait être un argument en faveur de la théorie **MOND**. Il s'agit d'une théorie physique, adaptée de la mécanique classique, proposée pour expliquer le problème de la courbe de rotation plate des galaxies spirales<sup>3</sup>. Elle constitue *une alternative au concept de matière noire*, dont l'existence n'a toujours pas pu être mise en évidence: aucune particule à se mettre sous la dent... Pourtant, si la matière noire existait, elle aurait une abondance au moins cinq fois plus importante que la matière baryonique, celle que nous voyons. Cette théorie **MOND** repose sur une modification de la seconde loi de **Newton** pour les accélérations très faibles.

Dans les années à venir, de nouvelles observations du **JWST** ainsi que la mise en service du télescope géant européen **ELT**<sup>4</sup> permettront peut-être de trancher entre cette théorie **MOND** et l'existence controversée de la matière noire...

3. En 1933, l'astrophysicien suisse **Fritz Zwicky** constatait que, dans les grands amas de galaxies, la vitesse de ces dernières comparée aux modèles théoriques révélait un écart important. À ces vitesses, la masse additionnée des galaxies (que l'on déduit pour chacune d'entre elles de sa luminosité) ne suffirait pas à les maintenir groupées: elles devraient s'éloigner les unes des autres, se disperser. Il proposa alors que cet écart soit lié à la présence d'une source de gravitation non visible, que l'on a baptisée la *matière noire*.

4. Le Télescope géant européen (ELT) est un télescope terrestre qui doit être inauguré en 2025. Construit par l'Observatoire européen austral (ESO) il doit permettre des avancées majeures dans le domaine de l'astronomie grâce à son miroir primaire d'un diamètre de 39 mètres composé de 798 segments hexagonaux.

Il est en construction au nord du **Chili**, sur le **Cerro Armazones** (à 3 060 mètres d'altitude) dans la **cordillère de la Costa** (Andes centrales), à vingt kilomètres à l'Est du **Cerro Paranal**, site des quatre télescopes du **VLT** de l'**ESO**. Pour pouvoir effectuer des percées décisives telles que l'observation des premières galaxies ou des exoplanètes, il sera capable de collecter quinze fois plus de lumière que le **VLT**, ce qui en fera le télescope au sol le plus puissant au monde.