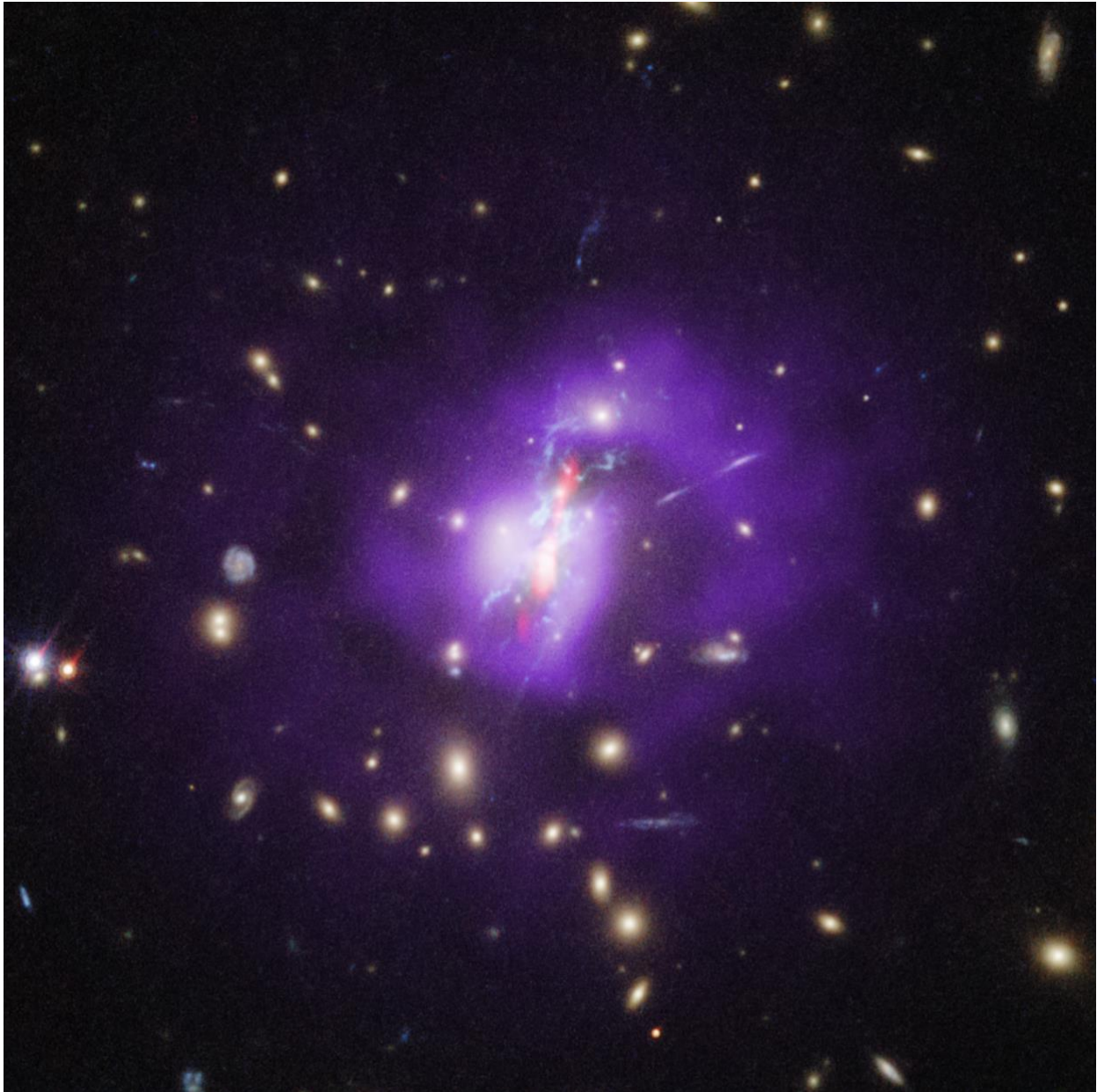


ESA 2025 02 17 - Le télescope spatial James Webb dresse un tableau complet de la formation des étoiles dans l'amas de galaxies du Phénix



Cette image de l'amas du Phénix combine des données du télescope spatial Hubble de la NASA/ESA, de l'observatoire à rayons X Chandra de la NASA et du radiotélescope Very Large Array (VLA) du NRAO et montre comment le trou noir supermassif au centre favorise la formation d'étoiles en grande quantité, au lieu de l'entraver.

Les rayons X de Chandra montrent du gaz extrêmement chaud en violet. Les données de lumière optique de Hubble montrent les galaxies en jaune et les filaments de gaz plus froid où les étoiles se forment en bleu clair.

Les jets générés par les explosions, représentés en rouge, sont visibles dans les ondes radio du VLA. Lorsque les jets se dirigent vers l'extérieur, ils gonflent des cavités, ou bulles, dans le gaz chaud qui imprègne l'amas.

De nouvelles observations du télescope spatial James Webb de la NASA/ESA/CSA suivent le gaz de refroidissement le long de ces cavités, ce qui permet à l'amas du Phénix de former des étoiles à un rythme aussi élevé.

NDT 1 : Wikipedia : L'**amas du Phénix** (SPT-CL J2344-4243) (*Phénix Cluster*, en anglais) est un amas de galaxies situé à environ 5,7 milliards d'années-lumière de la Terre, dans la constellation du Phénix. Il est l'un des amas galactiques les plus massifs jamais recensés de l'Univers connu, avec une dimension de 7,3 millions années-lumière, pour une masse d'environ $2,5 \times 10^{15}$ masses solaires. Sa galaxie centrale massive « Phénix A » contient également la plus importante région à sursauts de formation d'étoiles connue, et le « trou noir » de l'amas du Phénix est le trou noir supermassif potentiellement le plus massif connu à ce jour, estimé à plus de 100 milliards de fois la masse du Soleil.

Histoire

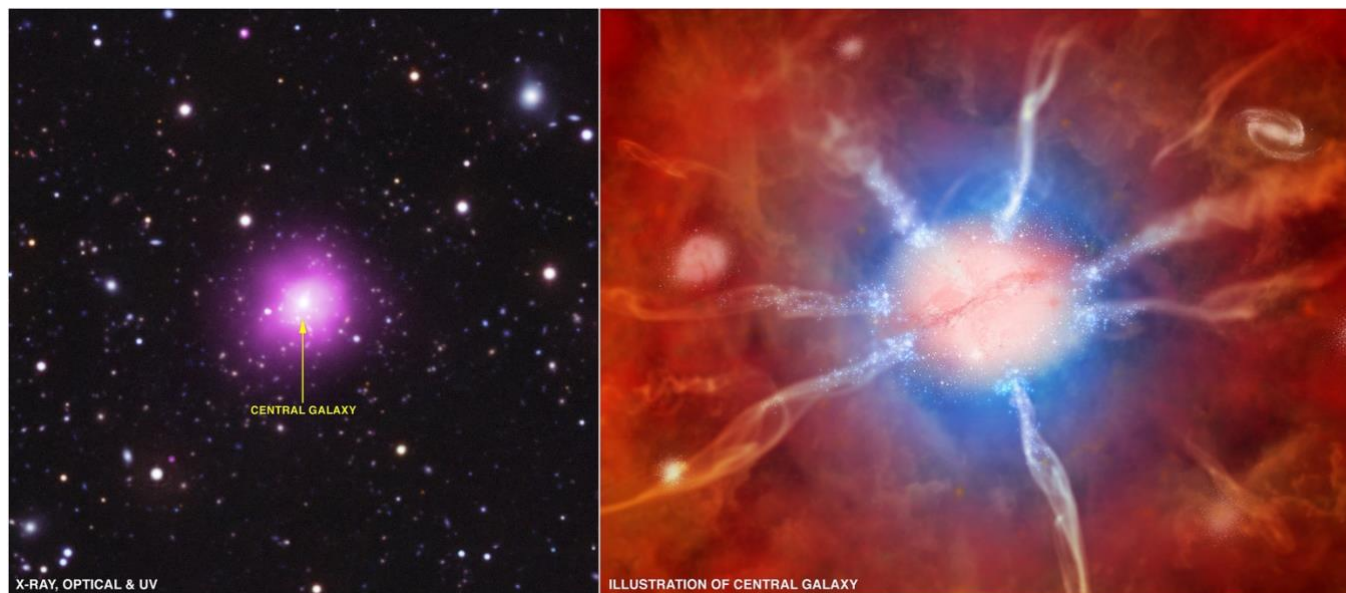
L'amas du Phénix est découvert en 2010, dans la constellation du Phénix, grâce à l'effet Sunyaev-Zel'dovich, avec le radiotélescope américain *South Pole Telescope*, de la base antarctique Amundsen-Scott en Antarctique.

Galaxie centrale Phénix A

Sa galaxie centrale massive « Phénix A » est au centre de l'amas du Phénix, région à sursauts de formation d'étoiles la plus importante connue et enregistrée (en 2024) pour un amas de galaxies, avec un taux de formation d'étoiles avoisinant les 740 masses solaires par an, qui entraîne un accroissement effréné proportionnel de la masse de la galaxie et du trou noir associé. Cet amas serait également celui qui émet le plus de rayons X de l'Univers connu.

Trou noir de l'amas du Phénix

La galaxie centrale massive « Phénix A » de l'amas du Phénix héberge le « trou noir supermassif de l'amas du Phénix » dont la masse exacte (pas encore mesurée en 2024) est estimée à environ 100 milliards de fois celle du Soleil (supérieure au trou noir supermassif TON 618, le plus important connu en 2024, de 66 milliards de fois la masse du Soleil, liste des trous noirs les plus massifs).



L'image de gauche montre l'amas du Phénix, récemment découvert, situé à environ 5,7 milliards d'années-lumière de la Terre. Ce composite comprend une image en rayons X de l'observatoire à rayons X Chandra de la NASA en violet, une image optique du télescope Blanco de 4 m en rouge, vert et bleu, et une image ultraviolette (UV) du Galaxy Evolution Explorer (GALEX) de la NASA en bleu. Les données de Chandra montrent du gaz chaud dans l'amas et les images optiques et UV montrent des galaxies dans l'amas et dans les parties proches du ciel.

NDT 2 : L'amas de galaxies Phénix en pleine période de refroidissement extrême

13 février 2025 - Massachusetts Institute of Technology

Résumé :

De nouvelles découvertes expliquent la mystérieuse explosion d'étoiles de l'amas Phénix. Les données confirment que l'amas se refroidit activement et est capable de générer une énorme quantité de carburant stellaire par lui-même.

Le noyau d'un amas massif de galaxies semble produire beaucoup plus d'étoiles qu'il ne le devrait. Des chercheurs du MIT et d'ailleurs ont désormais découvert un ingrédient clé au sein de l'amas qui explique l'explosion d'étoiles prolifique du noyau.

Dans une nouvelle étude publiée dans *Nature*, les scientifiques rapportent avoir utilisé le télescope spatial James Webb (JWST) de la NASA pour observer l'amas Phénix, un ensemble tentaculaire de galaxies liées par gravitation qui entourent une galaxie centrale massive à quelque 5,8 milliards d'années-lumière de la Terre. L'amas est le plus grand de son genre que les scientifiques aient observé jusqu'à présent. Compte tenu de sa taille et de son âge estimé, le Phénix devrait être ce que les astronomes appellent « rouge et mort » -- il en a fini depuis longtemps avec toute formation d'étoiles caractéristique des galaxies plus jeunes.

Mais les astronomes avaient déjà découvert que le cœur de l'amas Phénix était étonnamment brillant et que la galaxie centrale semblait produire des étoiles à un rythme extrêmement vigoureux. Ces observations ont soulevé un mystère : comment le Phénix alimentait-il une formation d'étoiles aussi rapide ?

Dans les galaxies plus jeunes, le « carburant » pour la formation des étoiles se présente sous la forme de nuages de gaz interstellaire extrêmement froids et denses. Pour l'amas Phénix, beaucoup plus ancien, on ne savait pas si la galaxie centrale pouvait subir le refroidissement extrême du gaz qui serait nécessaire pour expliquer sa production stellaire, ou si le gaz froid avait migré depuis d'autres galaxies plus jeunes.

Aujourd'hui, l'équipe du MIT a obtenu une vue beaucoup plus claire du cœur de l'amas, grâce aux capacités de mesure infrarouge à grande portée du JWST. Pour la première fois, ils ont pu cartographier des régions du cœur où se trouvent des poches de gaz « chaud ». Les astronomes avaient déjà vu des indices de gaz très chaud et de gaz très froid, mais rien entre les deux.

La détection de gaz chaud confirme que l'amas Phénix se refroidit activement et est capable de générer une énorme quantité de carburant stellaire par lui-même.

« Pour la première fois, nous avons une image complète de la phase chaude-chaude-froide de la formation des étoiles, qui n'a jamais été observée dans aucune galaxie », explique Michael Reefe, auteur principal de l'étude et étudiant diplômé en physique à l'Institut Kavli pour l'astrophysique et la recherche spatiale du MIT. « Il y a un halo de ce gaz intermédiaire partout où nous pouvons le voir ».

« La question est maintenant de savoir pourquoi ce système ? », ajoute Michael McDonald, co-auteur et professeur associé de physique au MIT. « Cette énorme explosion d'étoiles pourrait être quelque chose que chaque amas traverse à un moment donné, mais nous ne le voyons actuellement que dans un seul amas. L'autre possibilité est qu'il y ait quelque chose de divergent dans ce système, et que le Phénix ait emprunté un chemin que les autres systèmes ne suivent pas. Cela serait intéressant à explorer ».

Chaud et froid

L'amas Phénix a été repéré pour la première fois en 2010 par des astronomes utilisant le télescope du pôle Sud en Antarctique. L'amas comprend environ 1.000 galaxies et se trouve dans la constellation du Phénix, d'où son nom. Deux ans plus tard, McDonald a mené une étude visant à se concentrer sur Phénix à l'aide de plusieurs télescopes et a découvert que la galaxie centrale de l'amas était extrêmement brillante. Cette luminosité inattendue était due à une explosion de formation d'étoiles. Lui et ses collègues ont estimé que cette galaxie centrale produisait des étoiles à un rythme stupéfiant d'environ 1.000 par an.

« Avant Phénix, l'amas de galaxies le plus générateur d'étoiles de l'univers comptait environ 100 étoiles par an, et même ce chiffre était aberrant. Le nombre typique est d'environ une », explique McDonald. « Phénix est vraiment décalé par rapport au reste de la population ».

Depuis cette découverte, les scientifiques ont examiné l'amas de temps à autre pour trouver des indices permettant d'expliquer la production stellaire anormalement élevée. Ils ont observé des poches de gaz ultra-chaud, d'environ 1 million de degrés Fahrenheit, et des régions de gaz extrêmement froid, de 10 kelvins, soit 10 degrés au-dessus du zéro absolu.

La présence de gaz très chaud n'est pas une surprise : la plupart des galaxies massives, jeunes et anciennes, abritent des trous noirs en leur cœur qui émettent des jets de particules extrêmement énergétiques capables de chauffer continuellement le gaz et la poussière de la galaxie tout au long de la vie de celle-ci. Ce n'est qu'au cours des premières phases d'une galaxie qu'une partie de ce gaz à un million de degrés se refroidit considérablement jusqu'à atteindre des températures ultra-froides qui peuvent alors former des étoiles. Pour la galaxie centrale de l'amas du Phénix, qui devrait avoir largement dépassé le stade de refroidissement extrême, la présence de gaz ultra-froid a représenté une énigme.

« La question était : d'où vient ce gaz froid ? » explique McDonald. « Il n'est pas certain que le gaz chaud se refroidira un jour, car il pourrait y avoir un trou noir ou une rétroaction de supernova. Il existe donc quelques options viables, la plus simple étant que ce gaz froid a été projeté vers le centre depuis d'autres galaxies proches. L'autre est que ce gaz se refroidit d'une manière ou d'une autre directement à partir du gaz chaud du noyau ».

Enseignes au néon

Pour leur nouvelle étude, les chercheurs ont travaillé sur une hypothèse clé : si le gaz froid de l'amas du Phénix, générateur d'étoiles, provient de la galaxie centrale, plutôt que des galaxies environnantes, la galaxie centrale devrait avoir non seulement des poches de gaz chaud et froid, mais aussi du gaz qui se trouve dans une phase intermédiaire « chaude ». Détecter un tel gaz intermédiaire reviendrait à capturer le gaz au milieu d'un refroidissement extrême, ce qui servirait de preuve que le noyau de l'amas était bien la source du carburant stellaire froid.

En suivant ce raisonnement, l'équipe a cherché à détecter tout gaz chaud dans le noyau de Phénix. Ils ont recherché du gaz dont la température se situait entre 10 et 1 million de kelvins. Pour rechercher ce gaz de Boucle d'or dans un système situé à 5,8 milliards d'années-lumière, les chercheurs se sont tournés vers le JWST, qui est capable d'observer plus loin et plus clairement que n'importe quel observatoire à ce jour.

L'équipe a utilisé le spectromètre à résolution moyenne de l'instrument infrarouge moyen du JWST (MIRI), qui permet aux scientifiques de cartographier la lumière dans le spectre infrarouge. En juillet 2023, l'équipe a focalisé l'instrument sur le noyau de Phénix et a recueilli 12 heures d'images infrarouges. Ils ont recherché une longueur d'onde spécifique qui est émise lorsque le gaz - en particulier le gaz néon - subit une certaine perte d'ions. Cette transition se produit à environ 300 000 kelvins, soit 540 000 degrés Fahrenheit - une température qui se situe dans la plage « chaude » que les chercheurs cherchaient à détecter et à cartographier. L'équipe a analysé les images et cartographié les endroits où du gaz chaud a été observé dans la galaxie centrale.

« Ce gaz à 300.000 degrés est comme un panneau lumineux qui brille dans une longueur d'onde de lumière spécifique, et nous pouvons en voir des amas et des filaments dans tout notre champ de vision », explique Reefe. « On pouvait le voir partout ».

Selon l'étendue du gaz chaud dans le noyau, l'équipe estime que la galaxie centrale subit un degré de refroidissement extrême considérable et génère chaque année une quantité de gaz ultra-froid égale à la masse d'environ 20.000 soleils. Avec ce type d'approvisionnement en carburant stellaire, l'équipe estime qu'il est très probable que la galaxie centrale génère effectivement sa propre explosion d'étoiles, plutôt que d'utiliser le carburant des galaxies environnantes.

« Je pense que nous comprenons assez bien ce qui se passe, en termes de ce qui génère toutes ces étoiles », déclare McDonald. « Nous ne comprenons pas pourquoi. Mais ce nouveau travail a ouvert une nouvelle voie pour observer ces systèmes et mieux les comprendre ».

Source de l'histoire : Matériaux fournis par le Massachusetts Institute of Technology.

MLA • APA • Chicago Massachusetts Institute of Technology.

« Amas de galaxies Phénix en train de subir un refroidissement extrême ».

Traduction : Olivier Sabbagh

Localisation dans la constellation : **Phénix**

