

► S'il te plaît, dessine moi... l'Univers !

Sources

Dark matter maps reveal cosmic scaffolding

Richard Massey, Jason Rhodes, Richard Ellis, Nick Scoville, Alexie Leauthaud, Alexis Finoguenov, Peter Capak, David Bacon, Herve Aussel, Jean-Paul Kneib, Anton Koekemoer, Henry McCracken, Bahram Mobasher, Sandrine Pires, Alexandre Refregier, Shunji Sasaki, Jean-Luc Starck, Yoshi Taniguchi, Andy Taylor, James Taylor
Nature, no. 445, pp. 286-290, January 2007

Notes

Galaxie :

Ensemble d'étoiles, de poussières et de gaz interstellaires dont la cohésion est assurée par la gravitation. La galaxie à laquelle appartient notre étoile, le Soleil, est la Voie Lactée. Les amas de galaxies sont une concentration de plusieurs dizaines ou quelques centaines de galaxies. Les super amas regroupent plusieurs centaines ou des milliers de galaxies. Les super amas ont une taille variant entre 100 et 500 millions d'années lumière.

Matière baryonique :

C'est la matière composée par les particules élémentaires qui forment les atomes et les molécules de toutes les structures de l'Univers observable. Ces particules sont les protons et les neutrons auxquels sont adjoints les électrons. La matière non baryonique est composée de particules exotiques difficilement détectables par les instruments scientifiques actuels.

L'Univers comporte un grand nombre de structures emboîtées comme les étoiles, les [galaxies](#), les amas de galaxies et les super amas. Cette matière est composée de protons, de neutrons et d'électrons. Concentrée dans les étoiles, elle émet des rayonnements électromagnétiques perceptibles grâce aux télescopes. Diluée dans des nuages interstellaires, elle absorbe les rayonnements électromagnétiques suivant leurs longueurs d'onde et peut être détectée par spectrométrie. Cette matière observable est appelée [matière baryonique](#).

Cependant, l'essentiel de la matière dans l'Univers échappe aux tentatives d'observations. En effet, depuis le travail de Fritz Zwicky sur la détermination de la masse des amas de galaxies paru en 1937 les [cosmologistes](#) ont fait l'hypothèse de l'existence de grandes quantités de matière non encore observée : la [matière noire](#). Celle-ci constituerait près de 80 % de la masse de l'Univers. Cette matière noire est invisible car elle n'émet pas de lumière. Cependant elle interagit avec la matière ordinaire par la force de gravitation et c'est donc de manière indirecte qu'elle peut être mise en évidence.

D'abord détectée au sein des amas de galaxies, puis dans le halo de toutes les galaxies, cette matière a également été mise en évidence dans de grandes portions de l'Univers. Elle demeure encore aujourd'hui très mystérieuse car la nature de la particule ou des particules qui la composent est inconnue.

Au cours des 20 dernières années, les astronomes ont mis au point une méthode pour décrire la distribution de la matière noire dans l'Univers. Ils utilisent l'effet de [lentille gravitationnelle](#), une technique qui repose sur les fondements même de la théorie de la relativité générale. La lumière des galaxies lointaines parcourant l'Univers sur des milliards d'années lumière est déviée au voisinage des grandes structures qui le parsèment. La forme des galaxies observées se trouve alors légèrement modifiée et l'analyse de ces modifications met en évidence la distribution de la matière dans l'Univers.

Pour un observateur, une galaxie lointaine se présente sous la forme d'une ellipse dont le grand axe a une orientation aléatoire. Si l'observateur superpose toutes les ellipses des galaxies observées, en mettant à une même échelle leurs grands axes et en respectant leurs orientations, il obtient un cercle. Si une concentration de masse importante mais invisible modifie la forme des images des galaxies d'une région du ciel, en superposant plusieurs centaines de galaxies, l'observateur ne verra plus un cercle mais une figure déformée.

► Lunettes ou lentilles ?

Notes

Cosmologie :

La cosmologie est la branche de l'astrophysique qui étudie la structure, l'histoire et l'évolution de l'Univers. Elle s'intéresse en particulier à la répartition de la matière dans l'espace.

Matière noire :

Elle est ainsi baptisée car elle n'émet aucun rayonnement électromagnétique et n'est détectable que par ses effets gravitationnels.

Lentille gravitationnelle :

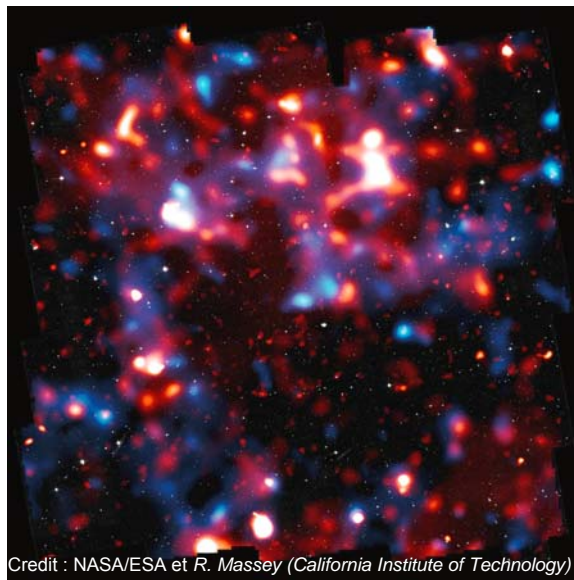
C'est un phénomène provoqué par la présence d'un objet très massif (un amas de galaxies par exemple) entre un observateur et une source lumineuse lointaine. La lentille gravitationnelle dévie les rayons lumineux qui passent près d'elle, déformant ainsi les images que reçoit l'observateur. Cette déformation est proportionnelle à la distance qui sépare la trajectoire du rayon lumineux de l'objet massif.

Champ COSMOS :

COSMOS est le plus grand champ contigu de galaxies jamais observé avec le télescope spatial Hubble. Il couvre une région du ciel égale à 1,67 degré carré soit neuf fois la portion de ciel couverte par le disque lunaire (0,19 degré carré). L'image du champ est une mosaïque de 575 images de la caméra ACS (Advanced Camera for Surveys), correspondant à près de 1.000 heures d'observation. Ces premières données ont été complétées par des mesures à partir de l'espace avec XMM-Newton ou à partir du sol avec le télescope Subaru,

Les auteurs de l'article ont analysé statistiquement la forme d'un demi-million de galaxies du [champ COSMOS](#) (Cosmological Evolution Survey) et déterminé la forme de chacune de ces galaxies. Ils ont constaté que la forme moyenne, typiquement calculée sur une trentaine de galaxies, n'est plus ronde mais elliptique. Ils ont ainsi mis en évidence la présence de matière le long de différentes lignes de visée dans le champ COSMOS. Prenant en compte de la distance de chacune des galaxies étudiées, les auteurs ont pondéré les déformations gravitationnelles observées dans le champ COSMOS. Ils ont reconstruit la distribution des accumulations de matière noire le long de chaque ligne de visée. La distribution tridimensionnelle de la matière noire, pour une portion du ciel, a ainsi été calculée et représentée pour la première fois.

La carte tridimensionnelle montre que la matière baryonique se concentre le long des régions les plus riches en matière noire. La matière noire constitue une sorte de réseau de filaments et les amas de galaxies se trouvent à l'intersection de ces filaments.



Credit : NASA/ESA et R. Massey (California Institute of Technology)

Fig 1 : Comparaison de la carte de la matière noire (en bleu) et de la carte de la matière lumineuse (en rouge).

La lumière qui nous parvient se déplace à la vitesse de 300 000 kilomètres par seconde. Celle qui nous parvient de galaxies situées à plusieurs milliards d'années lumière a donc été émise, par définition, il y a plusieurs milliards d'années. Dans des observations à ces échelles, l'éloignement spatial se recoupe avec l'éloignement temporel. La cartographie couvre donc près de la moitié de l'âge de l'Univers et montre que la distribution de la matière noire s'est de plus en plus structurée au fil du temps.

► Lumière sur les ténèbres

Notes

Champ COSMOS (suite) :
le Very Large Telescope (VLT) et le Canada-France-Hawaii Telescope (CFHT). La distance des différentes structures a pu être estimée grâce aux images multi-couleurs du Subaru et du CFHT ainsi qu'à l'analyse des milliers de spectres du VLT obtenus avec l'instrument VIMOS.

Contact chercheur

Jean-Paul Kneib
Laboratoire d'Astrophysique de
Marseille
jean-paul.kneib@oamp.fr

+ sur le web

[Laboratoire d'Astrophysique de Marseille](#)

[CEA/Dapnia](#)

[Le champ COSMOS](#)

[ESA/Hubble](#)

[CFHT](#)

[Lentilles gravitationnelles](#)

+ sur le CNES

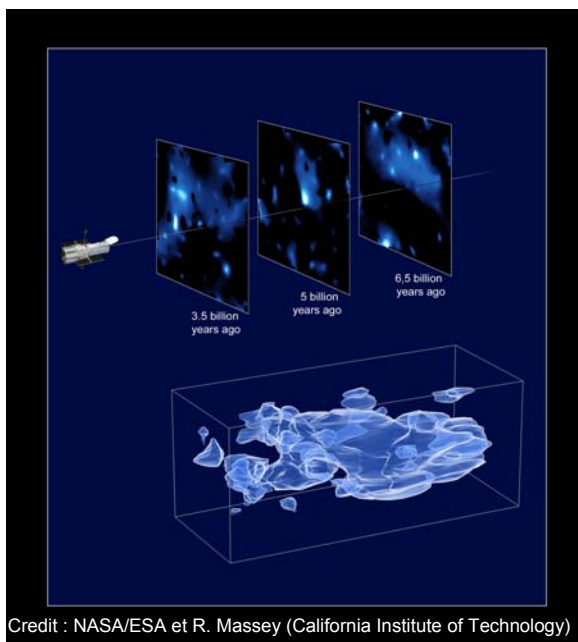
[CNES](#)

[Missions scientifiques du CNES](#)

© CNES 2007

Reproduction possible à des fins non commerciales, sous réserve d'autorisation de notre part.

Conformément à la loi 78-17 "Informatique et Libertés" (art. 34 et art.36), vous disposez d'un droit d'accès, de rectification et de suppression des données vous concernant, en ligne sur ce bulletin.



Credit : NASA/ESA et R. Massey (California Institute of Technology)

Fig 2 : La mesure de la carte de masse dans le champ COSMOS

Le sondage COSMOS établit pour la première fois la relation entre la distribution de matière noire et l'évolution des galaxies depuis leur formation. Une telle cartographie de l'Univers par effet de lentille gravitationnelle faible motive d'ores et déjà de futures missions spatiales en cours d'étude. En particulier, la NASA et le DOE (Department of Energy) ont décidé d'étudier la mission JDEM (Joint Dark Energy mission) pour chercher quelle est la nature de l'énergie noire. Un des projets en compétition pour JDEM est le projet SNAP-L, au sein duquel une forte contribution française est envisagée en cas de sélection. Il s'agirait de réaliser un spectrographe embarqué qui, en particulier, mesurerait le redshift des galaxies utilisées pour mesurer les déformations gravitationnelles, et donc la distribution de masse dans l'Univers.

A la fin de la prochaine décennie, c'est l'Univers dans son ensemble qui sera probablement cartographié de manière détaillée. Grâce à une meilleure connaissance de la distribution de la matière noire dans l'Univers et de son évolution au cours du temps, la nature de l'énergie noire, qui reste une grande énigme de la physique actuelle devrait être mieux comprise.

E-Space&Science vous informe des résultats des expériences scientifiques soutenues par le CNES

Directeur de la publication : **Yannick d'Escatha** ■ Directeur de la rédaction : **Pierre Tréfour** ■ Rédacteur en chef : **Michel Viso** ■ Secrétaire de rédaction : **Martine Degrave** ■ Diffusion du magazine : **INIST diffusion** ■

Abonnement

Envoyez un mail sans objet ni contenu à :

[Abonnement version Française](#)

ou à :

[Abonnement version Anglaise](#)

Désabonnement

Envoyez un mail sans objet ni contenu à :

[Désabonnement version Française](#)

ou à :

[Désabonnement version Anglaise](#)