



PleinSud

Le magazine d'information de l'université Paris-Sud



► Dossier

Débats d'Assises

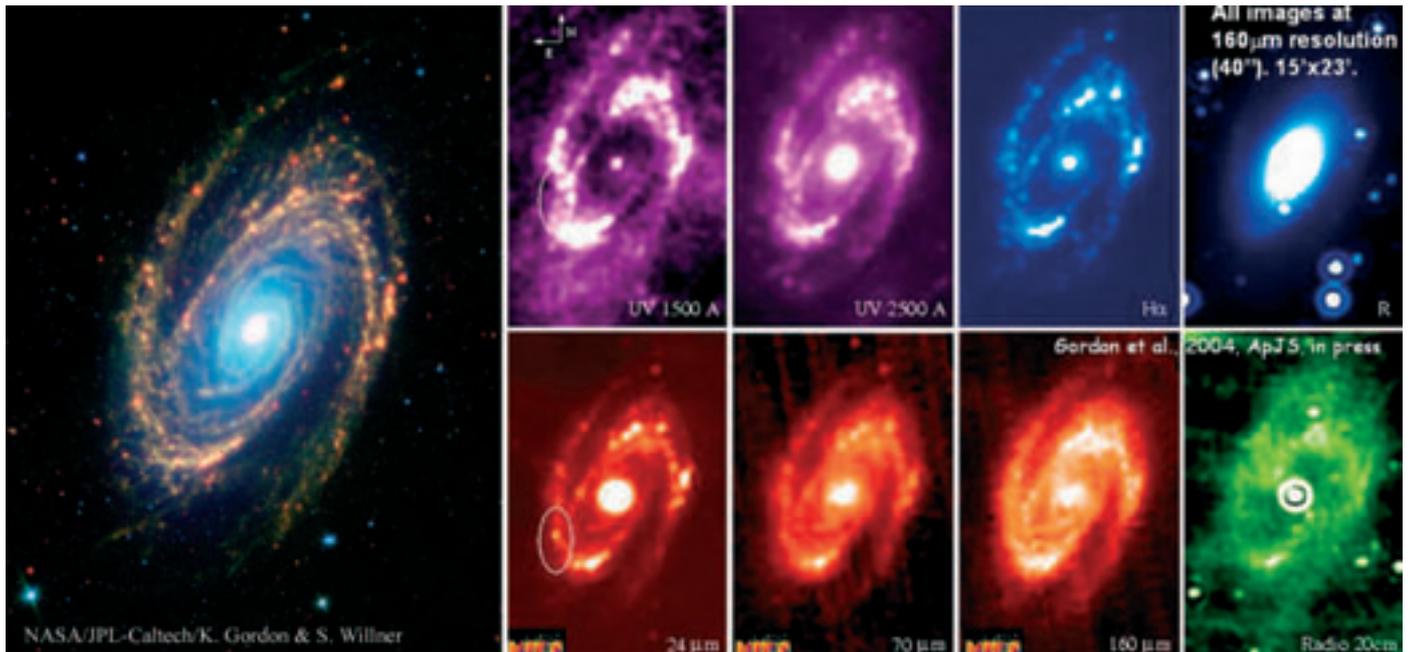


Fig 1 : La galaxie M81 observée dans différentes longueurs d'onde (voir encadré 1).

Des galaxies lointaines se dévoilent

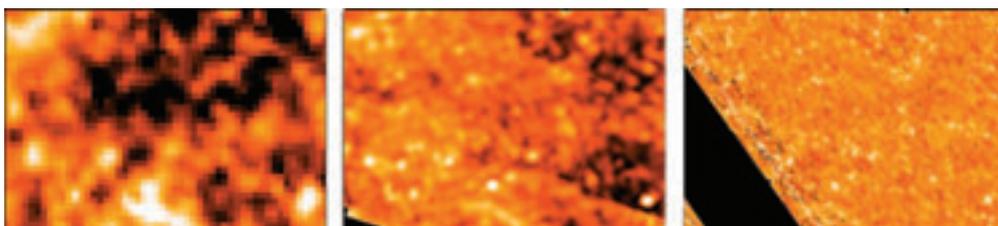
Elles sont situées à 12 milliards d'années-lumière... sachant qu'une année lumière équivaut à 9 460 milliards de km... il n'est pas exagéré de qualifier de lointaines, les galaxies qui viennent d'être découvertes. Une équipe de l'IAS participe à cette mission de la NASA baptisée « Spitzer », dont les premiers résultats sont particulièrement prometteurs.

En pointant les deux caméras du télescope spatial Spitzer (IRAC et MIPS) dans des régions du ciel où la voie lactée ne les éblouit pas, les astronomes ont observé des galaxies infrarouges dont la plupart n'avaient jamais été détectées auparavant. Cet observatoire, le plus grand jamais construit pour étudier l'univers dans l'infrarouge, a, entre autres comme objectif, de parfaire nos connaissances sur la formation et l'évolution des grandes structures et des galaxies qui les composent. L'équipe dirigée par Hervé Dole, maître de conférences à l'université Paris-Sud 11,

vient d'annoncer des premiers résultats spectaculaires. Les chercheurs ont pu disposer d'une courte plage d'observation à la fin des tests de mise en service et de réglage du télescope pour l'« essayer ». Leur cible : le fond diffus extragalactique. Comparé aux télescopes précédents, Spitzer a en effet une vision beaucoup plus fine avec une meilleure sensibilité pour les sources faibles. Le télescope détecte ainsi des galaxies individuelles alors que ses prédécesseurs ne voyaient essentiellement qu'un fond diffus. Ce fond diffus est en fait le fond extragalactique infrarouge.

Des galaxies dans le fond

Prévu par la théorie dès 1968, le Fond Diffus Extragalactique (FDE) est en quelque sorte le patrimoine historique des galaxies. Il correspond à la signature de l'émission de toutes les galaxies sur l'histoire entière de l'Univers. L'observation et la description de ce fond doivent permettre aux astronomes de mieux comprendre les phénomènes de formations d'étoiles au sein des galaxies et d'affiner les modèles sur



L'amélioration de la résolution des télescopes facilite le travail des astronomes en dévoilant les plus fins détails des objets, ici le fond diffus extragalactique de la même portion du ciel. De gauche à droite : Iras (©NASA), Iso (© G. Lagache et H. Dole, 2001) et Spitzer (©NASA/JPL/SWIRE & H. Dole).

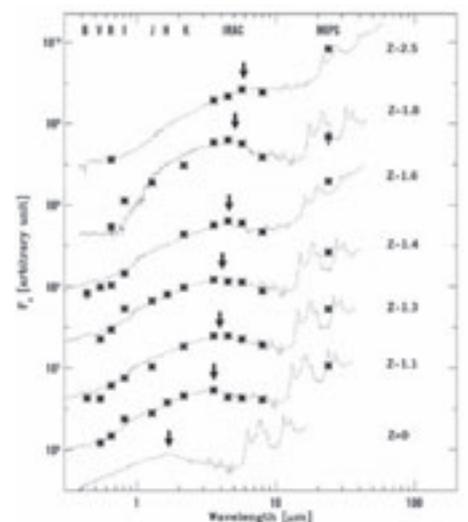


Fig. 2 : Le décalage spectral (indiqué par la flèche) vers des longueurs d'onde plus longues, c'est-à-dire vers le rouge, traduit une plus grande distance de l'objet et donc un plus grand redshift (noté z). © E. Le Floch et al., 2004

la formation et l'évolution des grandes structures (amas de galaxies, super amas de galaxies). La zone explorée se situe entre huit et douze milliards d'années-lumière, distance à laquelle les objets observés datent seulement de deux et six milliards d'années environ après le Big-bang ; en astronomie, plus on observe loin, plus on regarde dans le passé de l'univers. Le FDE apparaît désormais comme la somme de l'essentiel de la lumière jamais émise par les galaxies au cours de l'histoire de l'Univers plutôt qu'un fond diffus. Ce qui surprend l'équipe d'astronomes, c'est le nombre de ces galaxies. Il y en a tant, que le ciel en est rempli. On entrevoit déjà les fabuleux résultats du programme : une simple observation rapide du FDE fournit des milliers de données. Spitzer prouve dès ses premières observations qu'il est capable d'analyser des galaxies sur près de 90 % de l'histoire de l'univers.

L'énergie des trous noirs

En plus de la distance, les chercheurs ont pu déterminer quelques propriétés de ces galaxies : « *La plupart des galaxies de nos relevés profonds sont intrinsèquement très lumineuses, et sont l'objet de formation stellaire violente ; la production d'étoiles peut atteindre plusieurs centaines de fois celle de notre propre Voie Lactée !* » explique le communiqué de presse. Spitzer ne détecte pas seule-

ment des galaxies à sursaut de formation d'étoile. « *Nous pensons que certaines galaxies révélées par Spitzer ne tirent pas leur énergie seulement de la formation d'étoile, mais aussi de l'activité d'un trou noir super massif (de masse de plusieurs milliards de fois celle de notre Soleil !) en leur centre, et qui "accrète" de grandes quantités de gaz attiré des régions externes par instabilité gravitationnelle. Pour détecter leur présence, nous avons comparé nos images Spitzer aux images dans les rayons X, et nous estimons qu'environ un cinquième des galaxies entrent dans cette catégorie des galaxies à noyau actif* » précise un des collègues américains d'Hervé Dole. Les astronomes obtiennent ces informations sur la nature des galaxies grâce à l'aspect de leur spectre dans l'infrarouge, obtenus par la mesure de l'intensité du rayonnement à certaines longueurs d'ondes seulement : les galaxies à noyaux actifs présentent un spectre « lisse » là où celles à forte formation stellaire affichent un spectre plus « chaotique ». Ces irrégularités sont la signature de molécules complexes, caractéristiques de la formation stellaire.

Mise en commun de données

Un gros travail de mise en commun des données de plusieurs missions a été réalisé afin d'obtenir l'intégralité du spectre de chacun des milliers d'objets étudiés. Cette formidable base de

L'IAS dans l'infrarouge

Le Fond Diffus Extragalactique a été découvert en 1996 à partir des données publiques du satellite COBE (COsmic Background Explorer) par une équipe de l'Institut d'Astrophysique Spatiale (IAS), unité mixte de recherches CNRS/Paris-Sud 11, dirigée par Jean-Loup Puget, aujourd'hui directeur de l'IAS. Ce résultat est le fruit de l'engagement constant de l'IAS dans l'astronomie infrarouge, domaine dans lequel se manifeste le FDE, depuis le début des années 1970. Des premiers observatoires infrarouges, des ballons stratosphériques, aux observatoires spatiaux mis en orbite ou embarqués à bord des navettes américaines, l'IAS a toujours participé aux principaux programmes d'observations. L'amélioration continue de la résolution des télescopes a, dans le domaine des infrarouges comme dans les autres, considérablement favorisé une lecture plus approfondie de notre univers.

données, unique en son genre, facilite considérablement le travail des astronomes. Ainsi, il est possible d'obtenir presque instantanément la distance de ces lointaines galaxies. Il suffit pour cela de « lire » le décalage spectral (**fig. 2**). Ce décalage, ou redshift, qui s'explique par l'expansion de l'univers, se manifeste par une translation des raies du spectre vers des longueurs d'onde plus longues, c'est-à-dire vers le rouge. La forme du spectre est globalement similaire mais présente un décalage qui est fonction de la distance : plus l'objet est loin, plus le décalage est important. Les premiers résultats montrent que certaines galaxies détectées par le télescope Spitzer sont à un redshift de 2. Ce qui signifie qu'il s'agit des galaxies les plus lointaines jamais détectées en aussi grand nombre dans l'infrarouge, avec un cas extrême à redshift de 3,7 soit près de 12 milliards d'années-lumière !

Avec autant d'éléments en seulement douze minutes d'observations, on comprend facilement l'enthousiasme des astronomes associés à la mission. « *Spitzer a déjà atteint son premier but, explique Hervé Dole, avec autant de résultats novateurs et originaux, comme la découverte d'une grande densité de galaxies ou la détection de galaxies à grand redshift, et cela quelques mois seulement après son lancement. Je n'ai aucun doute que les observations en cours, plus profondes mais aussi sur de plus grandes surfaces, vont aboutir à beaucoup d'autres résultats excitants, qui apporteront certainement des éléments de réponse à la question intrigante de l'origine des galaxies* ».

SÉBASTIEN FARIN

CENTRE DE VULGARISATION DE LA CONNAISSANCE

1) Observer sous toutes les longueurs d'ondes

L'étude des astres sur l'ensemble du spectre électromagnétique présente un énorme intérêt. Certains phénomènes ne signent leur réalité que dans ces domaines invisibles à ses yeux et un même objet vu dans des domaines différents, livre des informations variées et complémentaires. Prenons ainsi l'exemple de M81, une galaxie spirale située à quelques douze millions d'années-lumière dans la direction de la constellation de la Grande Ourse. C'est l'une des galaxies les plus faciles à observer avec un instrument, son éclat est tout juste trop faible pour être détecté à l'œil nu. Dans le visible, M81 présente un aspect classique : le bulbe galactique, plus riche en étoiles, est très lumineux et la structure en bras est bien lisible. Dans les autres parties du

spectre, les informations obtenues sont très différentes. Pour les rayonnements les plus énergétiques (γ , X et UV), ce sont les phénomènes les plus violents qui seront observés. Les sources de rayons UV sont en général des étoiles chaudes, jeunes et massives, dont la température est très élevée. Ces étoiles en formation sont plutôt localisées dans les bras de la galaxie. La forte source située au centre de la **Fig. 1** (image UV 2 500 Å) est liée à la présence d'un trou noir. A la longueur d'onde H α , signature de l'hydrogène, ce sont encore des étoiles en formation qui sont les principales émettrices. Dans le rouge (R), ce sont les étoiles du bulbe qui se dévoilent. Plus anciennes, elles sont moins chaudes que les jeunes étoiles. Dans les domaines des

plus grandes longueurs d'onde, donc des plus faibles énergies, les sources émettrices se multiplient : étoiles dans l'infrarouge proche, supernovae (radio), pulsar (radio), gaz et poussières interstellaires (Infrarouge thermique et radio). Sur les images infrarouges de M81 (24 μ m, 70 μ m et 160 μ m), on découvre facilement les zones de formations stellaires. Les poussières qui entourent ces régions absorbent le rayonnement des étoiles et ré-emettent celui-ci dans l'infrarouge. Enfin, dans les ondes radios, M81 n'a plus grand chose à voir avec la galaxie que nous connaissons dans le visible. L'activité stellaire dans son ensemble est responsable des émissions radios. La source centrale, très intense, correspond de nouveau au trou noir.