

d'exclusion? On peut d'abord étudier soigneusement les images en lumière visible, parce que la poussière ne masque pas toutes les galaxies de la zone : certaines se dévoilent, mais elles paraissent d'autant plus faibles et plus petites qu'elles sont proches du plan galactique. L'apparence curieuse de

ces galaxies et la grande densité des étoiles à l'avant-plan déroutent les programmes automatiques de détection de galaxies. Pour détecter ces objets étranges et faibles, rien ne vaut l'œil. Le recensement photographique de l'Observatoire du mont Palomar et sa contrepartie pour l'hémisphère

austral, effectués dans les années 1950, sont réétudiés avec soin depuis dix ans. Les astronomes ont couvert une fraction importante de la zone d'exclusion, identifiant 50 000 nouvelles galaxies.

Dans les régions où l'extinction de la lumière par les poussières est trop importante, les galaxies sont complètement obscurcies, et des méthodes spéciales de détection s'imposent. L'une d'elles consiste à observer des longueurs d'onde supérieures, car plus la longueur d'onde est grande, moins le rayonnement interagit avec les particules microscopiques de poussières. Le rayonnement de longueur d'onde égale à 21 centimètres, émis par l'hydrogène neutre, est idéal à cet égard : il est abondant dans les galaxies spirales riches en gaz, dans les galaxies intrinsèquement peu lumineuses et dans les galaxies naines – c'est-à-dire la plupart des galaxies, hormis les galaxies elliptiques pauvres en gaz.

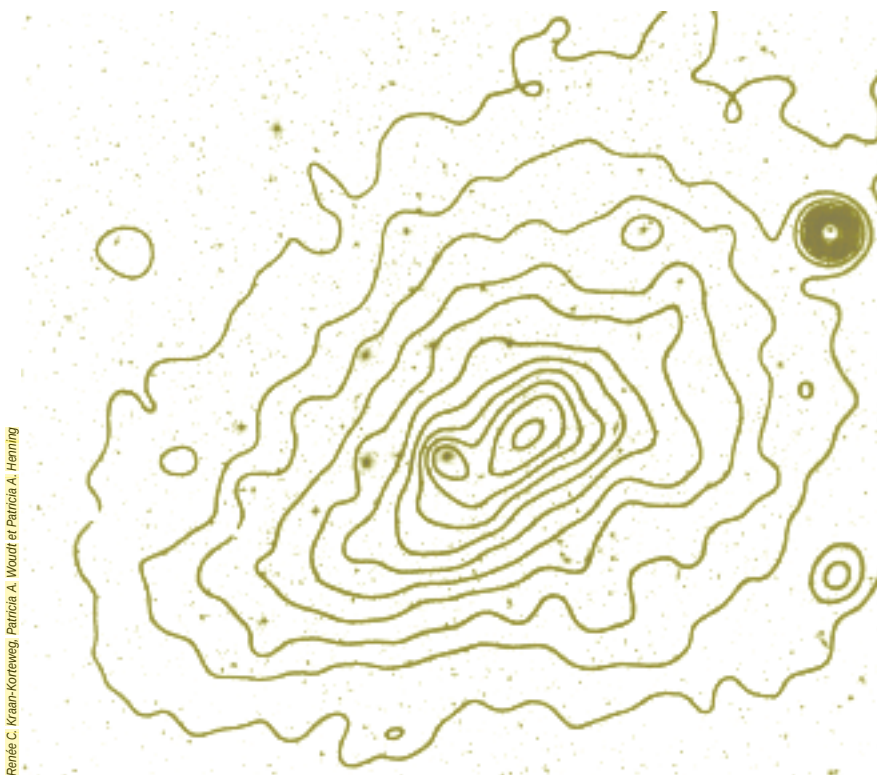
En 1987, Patricia Henning, de l'Université du Nouveau-Mexique, et Frank Kerr, de l'Université du Maryland, ont commencé l'étude de la zone d'exclusion à la longueur d'onde de 21 centimètres. À l'aide du radiotélescope de Green Bank, en Virginie occidentale, ils ont détecté 18 nouvelles galaxies. Malheureusement, le télescope s'effondra avant l'achèvement du projet (voir la figure 5). Une équipe internationale dont nous faisons partie commença alors une étude plus systématique, à l'aide du radiotélescope de 25 mètres de diamètre de Dwingeloo, aux Pays-Bas. Nous voulions cartographier toutes les galaxies spirales dans la portion septentrionale de la zone d'exclusion, jusqu'à une distance de 175 millions d'années-lumière. Nous avons déjà découvert plus de 40 galaxies.

Depuis 1997, une autre étude est dirigée par Lister Staveley-Smith et par l'un de nous (R. Kraan-Korteweg). C'est un recensement des galaxies situées derrière la Voie lactée australe, avec une sensibilité accrue. À l'aide d'un instrument spécial, adapté au radiotélescope de Parkes, en Australie, nous verrons des galaxies jusqu'à 500 millions d'années-lumière. Plus de 100 galaxies ont déjà été détectées, et plusieurs milliers d'autres sont attendues.

Les ondes radio ne sont pas les seules qui traversent la zone d'exclusion : les rayonnements infrarouges,



3. L'OPACITÉ DE LA VOIE LACTÉE dépend de la longueur d'onde. Les rayonnements de grande longueur d'onde, tels les rayonnements radio et infrarouge, sont assez peu atténués, mais les ondes plus courtes (l'infrarouge proche, le visible et l'ultraviolet) sont absorbées par les poussières et par les nuages de gaz au sein de notre Galaxie. Aux très courtes longueurs d'onde, pour les rayons X par exemple, le gaz redevient transparent.



4. LE NOYAU DU GRAND ATTRACTEUR est l'amas de galaxies Abell 3627. Il apparaît en lumière visible (arrière-plan) et en rayons X (contours noirs). Plus de 100 galaxies apparaissent sur ce négatif, dont la plupart des points sont des étoiles de notre Galaxie. Les contours concentriques serrés (en haut, à droite) indiquent une galaxie brillante de l'amas.

sont également moins absorbés par les poussières que la lumière visible. Au début des années 1980, le satellite *IRAS* dressa un catalogue des objets qui émettent des infrarouges lointains (ceux dont les longueurs d'onde sont proches de celles du rayonnement radio, comprises entre 10 et 100 micromètres). Dans ce catalogue, plusieurs objets pouvaient être des galaxies spirales et des galaxies à flambées d'étoiles (des galaxies où de grandes quantités d'étoiles se forment rapidement). Cependant, en se fondant uniquement sur l'intensité du rayonnement infrarouge, on ne distingue pas les galaxies d'objets galactiques qui émettent un rayonnement d'intensité analogue (*IRAS* ne faisait pas d'images). Pour les distinguer, on utilise des caméras sensibles à l'infrarouge proche (entre 0,8 et 50 micromètres), grâce aux images desquelles on vérifie si les candidats *IRAS* sont bien des galaxies.

Deux autres recensements systématiques dans l'infrarouge proche s'achèveront en l'an 2001 : un projet américain de recensement de tout le ciel, à une longueur d'onde de deux micromètres, et le projet européen DENIS qui dresse un catalogue du ciel austral. Dans ces deux projets, on prend des images numériques dans trois bandes spectrales qui sondent la population des étoiles les plus vieilles des galaxies. De ces recensements émergent les galaxies elliptiques que l'on trouve au centre des concentrations galactiques denses ; ils complètent donc les observations dans l'infrarouge lointain et celles à 21 centimètres, qui dévoilent principalement les galaxies spirales. Une étude préliminaire a confirmé que les recensements dans l'infrarouge proche révèlent des galaxies qui n'apparaissent pas sur les photographies en lumière visible. Malheureusement, ni le visible ni l'infrarouge ne peuvent identifier de galaxies dans les parties les plus épaisses du plan galactique.

On peut aussi éviter l'obscurcissement par la Voie lactée en observant les rayonnements de très courtes longueurs d'onde, tels les rayons X. Les amas de galaxies denses émettent quantité des rayons X qui traversent facilement la Voie lactée. Toutefois, aucune étude à ces longueurs d'onde, qui pourrait utiliser, par exemple, des données du satellite *ROSAT*, n'est en cours.

Simultanément, les astronomes recourent à des moyens indirects pour explorer la zone d'exclusion. Les techniques de traitement du signal, utilisées habituellement par les ingénieurs sur des données «bruitées» ou incomplètes, ont été employées avec succès par des chercheurs de l'Université hébraïque et par l'un de nous (O. Lahav) pour prédire l'existence

d'amas comme celui de la Poupe ou des Voiles, ainsi que la continuation du Plan supergalactique à travers la zone d'exclusion. En mesurant les vitesses de galaxies adjacentes à la zone d'exclusion, on peut prédire la répartition de masse dans cette dernière. Grâce à cette méthode, nous avons prédit que le centre du Grand Attracteur se trouve sur une ligne reliant les constellations



5. CE RADIOTÉLESCOPE de 91 mètres de diamètre (en haut) fonctionnait à Green Bank, en Virginie. Le 16 novembre 1988, il s'est effondré (en bas) : une plaque métallique du support principal avait cédé. L'antenne sera remplacée par un paraboloïde de 110 mètres sur 100. Contrairement aux antennes circulaires classiques, le nouveau télescope ne possèdera aucun étau de support lui bloquant la vue du ciel.

Richard Porcas, avec l'aimable autorisation du National Radio Astronomy Observatory