



**GALAXIE NGC 4565 (Chevelure de Bérénice)**



**GALAXIE MESSIER 51 (Chiens de Chasse)**



**GALAXIE NGC 2903 (Lion)**



**IMAGES : NICOLAS OUTTERS**

### COMMENT SE FORMENT LES GALAXIES (suite) ?

Lorsqu'un nuage interstellaire de gaz et de poussière s'effondre sous sa propre gravité, il s'échauffe progressivement. Quand la température atteint une valeur assez élevée pour déclencher des réactions nucléaires, une étoile se forme et se met à rayonner de l'énergie qui disperse les nuages de gaz et de poussière des alentours, les empêchant ainsi de s'effondrer à nouveau. Le processus de formation d'étoiles se trouve alors arrêté ce qui signifie qu'il y a une limite au nombre d'étoiles qui peuvent naître par période et par région. Dans le cas de J1148+5251, cette limite est atteinte, les observations ayant montré une formation de trois étoiles par jour, un taux cent millions de fois supérieur à celui de la nébuleuse d'Orion, la pouponnière d'étoiles de notre galaxie ! En plus, la taille de la région de formation stellaire a été mesurée : seulement 5000 années-lumière. Dans cette galaxie, les étoiles qui se forment chaque année ont une masse totale de plus de 1 000 masses solaires concentrée dans un volume relativement petit. Par comparaison, dans notre galaxie, la masse de toutes les étoiles qui naissent par an ne représente qu'une masse solaire ! Ces mesures montrent donc que les étoiles se forment au cœur même des jeunes galaxies.

Pour obtenir des images à haute résolution des galaxies, les scientifiques ont utilisé l'interféromètre de l'Institut de Radio Astronomie millimétrique (IRAM) du Plateau de Bure, dans les Alpes. Constitué de six antennes de 15 mètres de diamètre, il est spécialisé dans la réception des ondes millimétriques. Ce radiotélescope joue un rôle crucial en astronomie, car il est capable de détecter des objets enfouis dans des nuages de poussière et invisibles pour les instruments optiques. Son pouvoir de résolution est impressionnant: il peut distinguer une pièce d'un euro à 18 kilomètres de distance, ce qui permet de cartographier le cœur des galaxies. Dans le quasar J1148+5251, les astronomes ont détecté la raie émise par l'atome de carbone dans son état ionisé, ion qui joue un rôle essentiel dans le refroidissement du gaz interstellaire, et donc dans la formation des étoiles. Habituellement, cette raie se trouve dans l'infrarouge lointain et est inobservable au sol. Mais, le quasar étant situé très loin, avec l'expansion de l'Univers, sa lumière est « décalée » dans le domaine radio millimétrique et devient alors observable. C'est ainsi que l'intense activité de formation stellaire a été découverte dans le noyau de cette galaxie.



L'interféromètre du plateau de Bure.  
Crédit image : Institut de Radio Astronomie Millimétrique

Outre les observations astronomiques, les simulations numériques sur des ordinateurs extrêmement puissants peuvent révéler des informations cruciales pour la compréhension de la formation des galaxies. Le projet Horizon a montré que les galaxies actuelles, comme la Voie lactée, se sont formées au sein de courants de gaz froid. Pour aboutir à cette conclusion, les informaticiens et les astrophysiciens ont d'abord « découpé » l'Univers en plus de 10243 mailles (l'élément de base de la simulation numérique) pour représenter sa structure. Ils ont ensuite modélisé les processus physiques en jeu dans un algorithme, pour montrer la façon dont les étoiles interagissent avec le gaz, puis le programme a été lancé sur le super ordinateur MareNostrum en parallèle sur 2000 processeurs. Après quatre semaines de calcul, la simulation a fait apparaître plus de 100 000 galaxies massives à l'intersection d'un réseau complexe de filaments gazeux, comme le montre la figure 1.

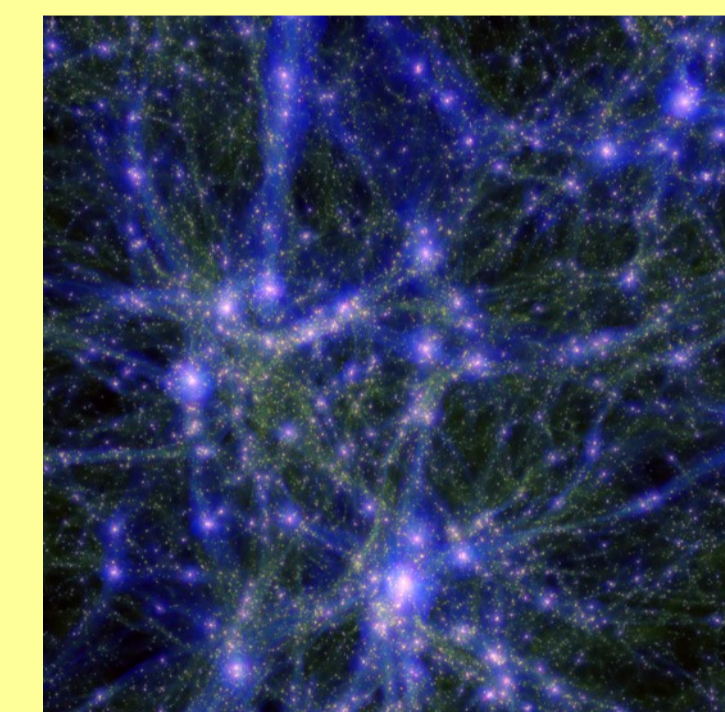


Figure 1 : Vue à grande échelle de la simulation 'MareNostrum' réalisée par le Projet Horizon. Les galaxies apparaissent comme des points roses, insérées dans un réseau de filaments chauds et de courants froids, visibles en bleu. La taille du champ est de 225 millions d'années lumière de côté. Source : Projet Horizon.

Selon les astrophysiciens, le résultat indique que la plupart des galaxies grandissent par accrétion continue de gaz venant de courants froids, plutôt que par des collisions entre galaxies voisines. La structure à grande échelle de l'univers peut être représentée par une sorte de « Toile Cosmique ». La figure 2 montre un zoom autour d'une galaxie. On compte en moyenne trois filaments froids qui pénètrent dans la galaxie, en passant par son halo de matière noire et de gaz chaud jusqu'au centre.

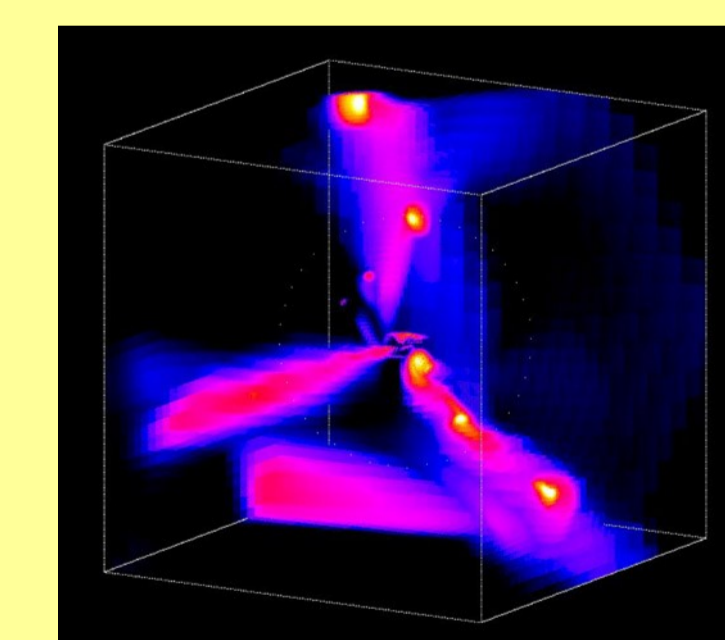


Figure 2 : Image zoomée de trois courants froids convergeant vers le centre d'une galaxie dans la simulation 'MareNostrum'. Cette image est à la base de la nouvelle théorie de formation des galaxies à partir des courants froids. Source : Université Hébraïque de Jérusalem.



**GALAXIE NGC 4244 (Chiens de chasse)**