

fluide : le liquide entre en résonance. De ce mouvement, les physiciens déduisent les propriétés physiques du pont liquide, notamment sa tension superficielle, lorsque le liquide est en mouvement. Par cette méthode, on peut mesurer la tension de surface dynamique de solutions aqueuses contenant différentes molécules tensioactives.

Le contrôle doit être fin : si l'on fait trop varier la force magnétique, le pont s'effondre. En répétant cette expérience avec

diverses longueurs de pont et avec des forces magnétiques différentes, les physiciens ont montré que le temps que met un pont pour s'effondrer ne dépend pas directement de sa longueur.

Les conditions d'impesanteur obtenues ici sont moins «pures» que dans l'environnement spatial – il reste toujours une faible gravité résiduelle – mais ces méthodes sont bien moins onéreuses que les expériences spatiales et elles permettent aux chercheurs de simuler des

changements brusques d'accélération sans déplacer le fluide. Cette technique peut être utilisée pour simuler les effets des vibrations dues aux tremblements de Terre, le comportement des liquides à bord d'un vaisseau qui se pose sur une autre planète ou encore les fluides biologiques : la tension de surface des fluides qui tapissent les alvéoles pulmonaires varie au cours de la respiration et la méthode permet d'étudier les conditions d'une éventuelle rupture de ce film liquide.

La cartographie de l'espace

Les amas de galaxies se donnent rendez-vous aux carrefours de l'Univers.

Le satellite XMM-Newton de l'Agence spatiale européenne, qui scrute le ciel dans la gamme des rayons X, est en orbite depuis bientôt un an. Mis en place pour observer les phénomènes de haute énergie (où les températures sont élevées), tels que la physique des trous noirs, les restes de supernovae ou encore la nature du fond diffus (l'émission continue de rayonnement X observé dans l'ensemble de l'espace interstellaire), il a récemment fourni ses premières données. Notamment, le satellite a fait des observations inédites sur les amas de galaxies, que l'équipe de Monique Arnaud et Philippe Ferrando, du Commissariat à l'énergie atomique de Saclay, a analysées (l'exploitation de l'ensemble

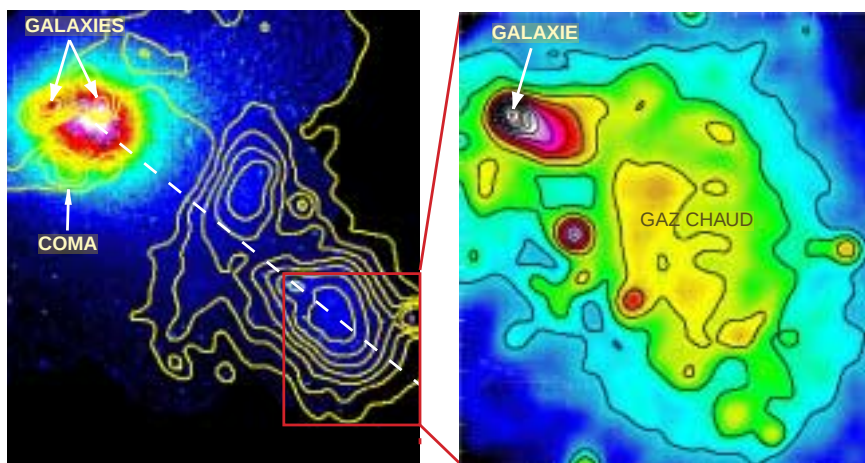
des données transmises par XMM-Newton occupe plus de 150 équipes de recherche dans le monde).

Les amas de galaxies sont les plus grandes structures de l'Univers. Ils sont constitués de quelques dizaines à plusieurs milliers de galaxies liées par leur propre attraction gravitationnelle. Ils se trouvent aux croisements de filaments, le long desquels la matière est répartie dans l'Univers, et qui forment une gigantesque toile d'araignée. Au cours du temps, la matière s'écoule le long des filaments et converge vers les intersections où se forment les amas de galaxies. Les galaxies émettent des rayons X, ainsi que le gaz chaud qui les entoure (dont la température atteint 10 à 100 millions de degrés).

Le satellite XMM-Newton a observé l'amas de galaxie Coma, situé dans notre «voisinage», à 400 millions d'années-lumière. Coma est un grand amas, dont la masse est 20 000 fois supérieure à celle de la Voie Lactée. Les rayons X, qui renseignent sur la température dans l'amas, ont révélé de grandes différences thermiques en son sein. Celles-

ci indiquent que l'amas est le siège de vastes mouvements de matière. Pour les comprendre, les astrophysiciens ont reconstruit la carte d'émission X de Coma telle qu'elle serait s'il était au repos et l'ont soustraite de la carte obtenue avec XMM-Newton : ils disposent ainsi d'une carte des régions où la matière est en mouvement. Elle révèle plusieurs zones d'émission X intense. Le cœur de Coma est principalement composé de deux galaxies. Une seconde zone d'émission intense correspond à une structure filamentaire (un groupe de galaxies) attirée par Coma. C'est la première fois que ce filament est détecté avec une telle précision dans le domaine X. Les deux extrémités du filament sont orientées vers des amas de galaxies, ce qui confirme que les amas se forment au croisement des filaments. Dans l'équipe de M. Arnaud et Ph. Ferrando, Doris Neumann a étudié en détail le voisinage d'une galaxie qui se trouve à la frontière entre Coma et le filament. Elle est plus proche de l'amas que le gaz chaud du groupe de galaxies auquel elle appartient, car elle tombe plus vite que ce dernier, ralentit par le gaz chaud de l'amas.

Ces observations font partie de la phase de vérification de XMM-Newton, qui vient de s'achever. Elles montrent le bon fonctionnement du satellite, dont les résolutions spatiale et spectrale sont conformes aux prévisions. En outre, le satellite a bien résisté aux deux éruptions solaires qui se sont produites depuis son lancement (grâce à un système de filtres qui le protège des particules émises), laissant présager que sa durée de fonctionnement sera effectivement de dix ans, comme prévu. Cela suffira aux astronomes pour observer l'état dynamique d'autres amas de galaxies, ce qui nous éclairera sur la formation des grandes structures de l'Univers. Les prochains résultats sont d'autant plus attendus que XMM-Newton, sorti de sa phase de test, sera pointé vers des objets moins bien connus des astrophysiciens.



Cartes de la matière en mouvement (l'intensité de l'émission X augmente du bleu au rouge) dans l'amas de galaxies Coma. Son cœur est formé de deux galaxies (image de gauche). Cet amas se trouve à l'extrémité d'un filament (sa direction est celle des pointillés blancs) le long duquel un groupe de galaxies tombe vers lui. La galaxie de l'image de droite (en rouge) tombe vers l'amas Coma, mais moins vite que le gaz chaud qui l'entoure (en jaune et en vert).