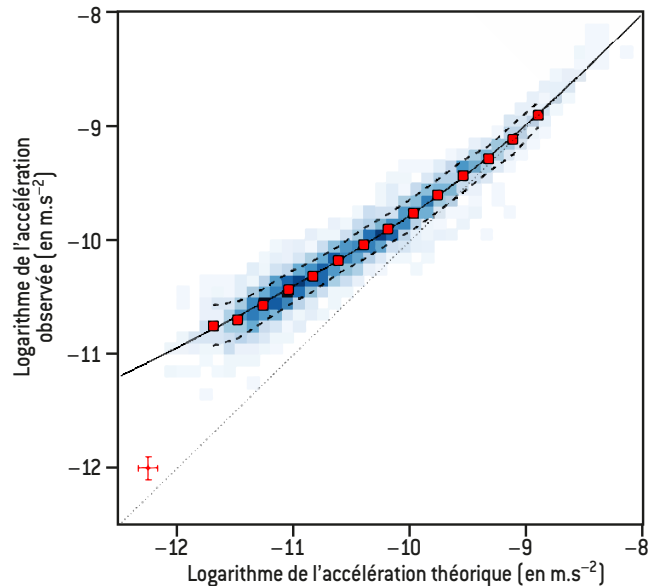


Cosmologie

Les galaxies spirales défient la matière noire

De récentes observations portant sur des galaxies spirales suggèrent qu'il existe un lien entre la distribution de leur matière ordinaire et celle de leur matière noire. Un résultat embarrassant.



En comparant l'accélération mesurée du gaz à celle calculée à partir de la matière visible dans des galaxies spirales (à gauche), les chercheurs ont trouvé une relation simple entre ces deux grandeurs (à droite).

Stacy McGaugh, de l'université Case Western Reserve, aux États-Unis, et ses collègues ont-ils trouvé une faille dans l'hypothèse de la matière noire ? Il est trop tôt pour le dire, mais le comportement de la matière noire dans les galaxies spirales serait plus subtil qu'on ne le pensait.

L'hypothèse de la matière noire a été proposée dans les années 1970 pour résoudre le problème du profil des vitesses dans les galaxies spirales : les étoiles en périphérie d'une telle galaxie tournaient trop vite et auraient dû en être expulsées, la force gravitationnelle déterminée à partir de la matière visible des galaxies étant insuffisante pour retenir ces étoiles. On a ainsi supposé que les galaxies sont entourées d'un halo de « matière noire » n'interagissant pas avec la matière visible (ou baryonique) et qui, par sa gravité, empêcherait les galaxies de se disloquer.

Stacy McGaugh et ses collègues ont aussi étudié la dynamique des galaxies spirales. Ils ont établi le profil de vitesse du gaz interstellaire pour 153 galaxies et calculé l'accélération centripète due à la

force gravitationnelle exercée par la galaxie. Ils ont aussi recensé la matière baryonique et ont calculé l'accélération centripète correspondante. Cette étude confirme que la matière baryonique, seule, ne suffit pas à expliquer l'accélération centripète observée. L'hypothèse de la matière noire semble confortée.

Les chercheurs ont ensuite montré que, pour toutes les galaxies considérées, il existe une relation simple entre l'accélération centripète observée et celle calculée à partir de la matière baryonique (l'échantillon de galaxies étudiées est très hétérogène, avec des morphologies et des compositions variées). De plus, cette relation reste valable même si la quantité de matière noire requise pour expliquer la dynamique de certaines galaxies est importante. La contribution de la matière noire semble ainsi complètement spécifiée par celle de la matière baryonique. Un résultat contre-intuitif, puisque ces deux types de matière ne sont pas censés interagir, et leurs distributions ne devraient donc pas être corrélées.

Stacy McGaugh et ses collègues proposent trois explications

possibles à leur résultat. Selon la première, il pourrait s'agir d'une conséquence de la façon dont les galaxies se forment. Une autre possibilité est que matières noire et baryonique interagissent, comme en font l'hypothèse certains modèles. Enfin, la dernière solution évoquée par Stacy McGaugh et ses collègues suppose que la matière noire n'est pas nécessaire et qu'il faut plutôt invoquer une modification des lois de la gravitation dans un régime où les accélérations sont très faibles, comme c'est le cas dans les marges des galaxies. Cette idée est au cœur de la théorie MOND, proposée en 1983 par Mordehai Milgrom, de l'institut Weizmann, en Israël.

Cette nouvelle étude ne remet pas nécessairement en cause l'existence de la matière noire, mais elle pose de nouvelles contraintes sur la dynamique des galaxies, qu'un modèle réaliste de matière noire devra expliquer. D'ores et déjà, plusieurs équipes ont simulé la formation de galaxies avec de la matière noire pour retrouver cette relation. Une affaire à suivre...

S. B.

Phys. Rev. Lett., en ligne le 7 nov. 2016

26,8 %

C'est la part supposée de la matière noire dans l'Univers (le reste étant partagé entre l'énergie sombre à 68,3 % et la matière ordinaire à 4,9 %). L'hypothèse de la matière noire explique diverses observations en cosmologie.

Biophysique

Comment les plantes repèrent la verticale

Les plantes sont capables de mesurer leur orientation par rapport à la force de gravité et de pousser vers le haut pour mieux s'exposer à lumière. Mais la perception de la gravité n'est pas encore complètement comprise et deux hypothèses s'affrontent. Bruno Moulia, de l'Inra, et ses collègues ont mis au point une expérience permettant d'écarter l'un des scénarios envisagés.

Les plantes ont des cellules spécialisées qui contiennent des grains d'amidon, les statolithes. En sédimentant dans les cellules, ces grains indiquent le bas. La façon dont les plantes perçoivent la position des statolithes n'est pas encore claire. Selon une hypothèse, les cellules détectent une pression là où les grains d'amidon sédimentent. Une autre idée est que des éléments intracellulaires détectent la position des statolithes.

La différence est cruciale. Dans le premier cas, et pas dans le second, le système est incapable de distinguer la gravité d'une

autre force, par exemple due au vent qui balaie un champ.

De précédentes expériences favorisaient l'hypothèse de la pression exercée par les statolithes sur les parois des cellules. Pour s'en assurer, Bruno Moulia et ses collègues ont étudié la croissance



Certaines cellules végétales, les statocytes, contiennent des grains d'amidon nommés statolithes (en violet foncé), qui indiquent à la plante la direction verticale.

de plusieurs centaines de plants de quatre espèces végétales (blé, lentille, tournesol, arabette) dans une centrifugeuse pendant de longues durées pour créer une gravité artificielle. Les chercheurs ont montré que le redressement des plantes est indépendant de l'intensité de cette gravité, ce qui écarte l'hypothèse de la pression. Ainsi, c'est la position des statolithes dans les cellules qui indiquerait la verticale à la plante, et cette donnée ne serait que peu perturbée par des effets fugaces tels que des rafales de vent.

D'après Bruno Moulia et ses collègues, les expériences précédentes avaient mesuré un effet transitoire : le déplacement des statolithes, qui dépend de l'intensité de la gravité, et qui disparaît quand la sédimentation s'achève. Reste maintenant à comprendre comment les plantes enregistrent la position des statolithes dans les cellules.

S. B.

H. Chauvet et al., *Scientific reports*, vol. 6, 35431, 2016

En Méditerranée à +3 °C

L'accord de la COP21 à Paris, en 2015, a fixé comme objectif de limiter la hausse de la température moyenne globale à 2 °C par rapport à l'ère préindustrielle. Mais pour certaines régions, cet objectif correspond à une hausse plus importante : on prévoit environ 3 °C pour le bassin méditerranéen. Joël Guiot et Wolfgang Cramer, de l'université Aix-Marseille, ont étudié l'impact de ce réchauffement sur les écosystèmes terrestres de cette région. Ils ont étudié les écosystèmes passés à partir des registres de pollen sur tout l'Holocène (ces 10 000 dernières années) et ont simulé leur évolution d'ici à la fin du siècle. Ils montrent ainsi que les écosystèmes méditerranéens ont connu pendant l'Holocène des périodes de sécheresse, mais sans hausses significatives des températures. Alors qu'un réchauffement global de 2 °C et plus conduira à d'importantes transformations, sans équivalent à l'Holocène, telles que la désertification de régions du sud de l'Europe et du nord de l'Afrique.

Botanique

Lumière sur la reproduction de la truffe noire

On connaît mal le cycle de reproduction de la truffe noire du Périgord (*Tuber melanosporum*), le « diamant noir de la cuisine française ». Ce qui explique en partie pourquoi on ne sait pas cultiver ce précieux champignon. Une étude publiée par des chercheurs du Muséum national d'histoire naturelle, du CNRS et de l'université de Montpellier apporte cependant de nouvelles informations.

Elisa Taschen et ses collègues les ont obtenues à partir d'analyses génétiques réalisées sur 950 échantillons de truffe récoltés en Languedoc-Roussillon, dans des sites naturels ou dans

des plantations d'arbres préalablement « ensemencés » avec le champignon (le mycélium, ou réseau de filaments, qui le constitue vit en association avec les racines de certains arbres).

Qu'a-t-on appris ? Rappelons d'abord que la « truffe » elle-même est en quelque sorte le fruit du champignon. Or les chercheurs ont établi que cet organe est le résultat d'une fécondation entre deux individus très différents.

L'un a un mycélium étendu, persistant et associé aux racines des arbres voisins. Il est qualifié de « maternel » parce que c'est lui qui nourrit la truffe – la chair nourricière et protectrice de celle-ci est

constituée de tissus « maternels », tandis que les spores contenues dans cette chair, issues d'une fécondation, portent un mélange de gènes des deux parents.

Quant à l'individu « paternel », il est plus mystérieux, mais selon l'étude d'Elisa Taschen et ses collègues, il est moins étendu, ne vit le plus souvent qu'une année et n'est pas associé aux racines d'arbres. Il fournit seulement ses gènes à la truffe. Ce serait un individu qui ne survit que pour féconder un individu mieux installé.

Maurice Mashaal

E. Taschen et al., *Molecular Ecology*, en ligne le 18 octobre 2016



Le « fruit » du champignon *Tuber melanosporum* est issu d'une fécondation entre deux individus de types différents, l'un dit maternel et l'autre dit paternel, qui ne fournit que ses gènes.