

DURÉE LIBRE

2 FORMULES
AU CHOIX



VOTRE TARIF D'ABONNEMENT

6,50 €
PAR MOIS

8,20 €
PAR MOIS

31 %
de réduction *

43 %
de réduction *

À renvoyer accompagné de votre règlement à :

☒

PAG22STDDOS

1

6,50€
PAR MOIS

1-F-HSPAP-N-3PVT-6.5€

8,20€
PAR MOIS

1-F-INT-N-3PVT-8.2€

☐ OUI ☐ NON

En signant ce mandat SEPA, j'autorise Pour la Science à transmettre des instructions à ma banque pour le prélèvement de mon abonnement dès réception de mon bulletin. Je bénéficie d'un droit de rétractation dans la limite de 8 semaines suivant le premier prélèvement. Plus d'informations auprès de mon établissement bancaire.

4 **MERCI DE JOINDRE IMPÉRATIVEMENT UN RIB**

* Réduction par rapport au prix de vente en kiosque et accès aux archives numériques. Durée d'abonnement : 1 an. Délai de livraison : dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre valable jusqu'au 31/03/2023 en France métropolitaine uniquement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site boutique.groupepublicscience.fr. Photos non contractuelles. Vous pouvez acheter séparément les numéros de *Pour la Science* pour 6,90 € et les hors-séries pour 7,90 €. En souscrivant à cette offre, vous acceptez nos conditions générales de vente disponibles à l'adresse suivante : <https://rebrand.ly/CVG-PLS>.

Nous informons que nous cotons dans ce bulletin d'abonnement nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à l'intégralité de nos services, traiter vos commandes et paiements, et nous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société *Pour la Science*. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. *Pour la Science* ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à *Pour la Science*. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante: <https://rebrand.ly/charte-donnees-ps>. Conformément à la réglementation applicable (et notamment au Règlement Général sur la Protection des Données), vous disposez de droits de nature à vous permettre de contrôler et d'ajuster la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protectiondonnees@pourlascience.com.

Groupe Pour la Science - Siège social: 170 bis, boulevard du Montparnasse, CS20012, 75680 Paris cedex 14 – Sarl au capital de 32 000€ – RCS Paris B 311 797 393 – Siret : 311 797 393 000 23 – APE 5814 Z

4 / MERCI DE JOINDRE IMPÉRATIVEMENT UN RIB

Partie réservée au service abonnement. Ne rien inscrire.

Si la nature de la matière noire n'est pas encore élucidée, ce n'est pas faute de candidats. Les corps massifs ont eu la cote, mais désormais la recherche s'oriente plutôt du côté des particules.

102

Beaucoup d'appelés, pas encore d'élus

Marco Cirelli



S'il fallait rédiger une annonce, elle commencerait ainsi : « Recherche nouvelle forme de matière avec des interactions très faibles, voire nulles, à la fois avec la matière ordinaire et avec elle-même. » Qui cherchons-nous ? Tout simplement la matière noire, qui compose 27 % de l'Univers (la matière visible décrite par le modèle standard n'en représentant que 5 %). On ignore tout d'elle, à part qu'elle existe (voir *L'insaisissable matière noire* par P. Gagnon, page 92). Reprenons les termes de l'annonce. L'agitation thermique de cette matière inconnue doit être minime, ce qui revient à dire qu'elle doit être constituée de corps qui se déplacent lentement. Dans le cas contraire, les particules s'échapperaient dans un mouvement chaotique et les grandes structures de l'Univers ne se seraient pas formées. Elle doit aussi être stable, c'est-à-dire non sujette à la désintégration naturelle, car elle était présente dans le bouillon chaotique de l'Univers primitif et elle l'est toujours dans les galaxies observées aujourd'hui, confirmant que sa « durée de vie moyenne » est très longue, voire infinie.

En résumé, la candidate idéale est invisible, froide, stable et interagit peu. On ne s'étonnera pas que la science ait d'abord cherché à la recruter parmi les corps célestes les plus bizarres. Par exemple : des astéroïdes compacts trop petits pour être détectés, ou des planètes détachées de leur orbite et trop sombres à voir, ou encore des étoiles mortes... Ce type de corps massifs, collectivement appelés MACHO pour *massive compact halo objects*, aurait le profil de l'emploi. L'exemple parfait serait une population de trous noirs errants : il s'agit d'objets par définition invisibles, peu interactifs, car éloignés et isolés,

— En bref —

> Les physiciens ignorent ce qui constitue la matière noire (27 % de l'Univers).

Les corps célestes massifs ont d'abord été perçus comme des candidats plausibles.

> Les scientifiques privilégient désormais l'hypothèse de nouvelles particules élémentaires, comme les *neutralinos*, dans le cadre de théories au-delà du modèle standard.

> Une autre hypothèse audacieuse postule que les particules concernées auraient leur origine dans des dimensions supplémentaires de l'espace-temps, enroulées et imperceptibles.

> La réécriture des lois de la gravitation est aussi une option.

lents en raison de leur masse importante et immuables en tant qu'étape terminale de l'évolution stellaire.

Les MACHO ont été activement recherchés dans les années 1980 et 1990, en utilisant le phénomène de lentille gravitationnelle (voir *L'insaisissable matière noire*, par P. Gagnon, page 92) : si la Galaxie était remplie de ces objets, l'un d'eux serait probablement passé devant une étoile, provoquant une déformation de l'image et de l'intensité lumineuse perçue. Les recherches ont cependant été infructueuses, et ces objets ne peuvent prétendre constituer la totalité de la matière noire.

TROUS NOIRS : ILS FONT LEUR GRAND RETOUR

Pourtant, les MACHO n'ont pas été abandonnés et ils font un retour remarqué aujourd'hui avec l'idée de trous noirs d'une taille telle qu'ils n'engendrent pas d'effet de lentille gravitationnelle : soit ils sont trop petits pour dévier le cours de la lumière, soit ils sont très grands, donc très rares, et la probabilité de les observer est infime ; dans les deux cas, les limites mentionnées s'évaporent. Ces objets correspondent aux trous noirs primordiaux proposés par Stephen Hawking dans les années 1970. Créés dans les tout premiers instants après le Big Bang, ils auraient été complètement découplés du reste de la matière par la suite. La fusion de certains pourrait même avoir été détectée dès 2015 par les interféromètres à ondes gravitationnelles *Ligo* et *Virgo*. Néanmoins, le sujet est chaudement débattu et davantage d'études sont nécessaires