

masse de $3m$. Et ainsi de suite. La colonie de fourmis, toutes de masse identique, nous semble donc constituée d'insectes de masse m , $2m$, $3m$, $4m$, etc.

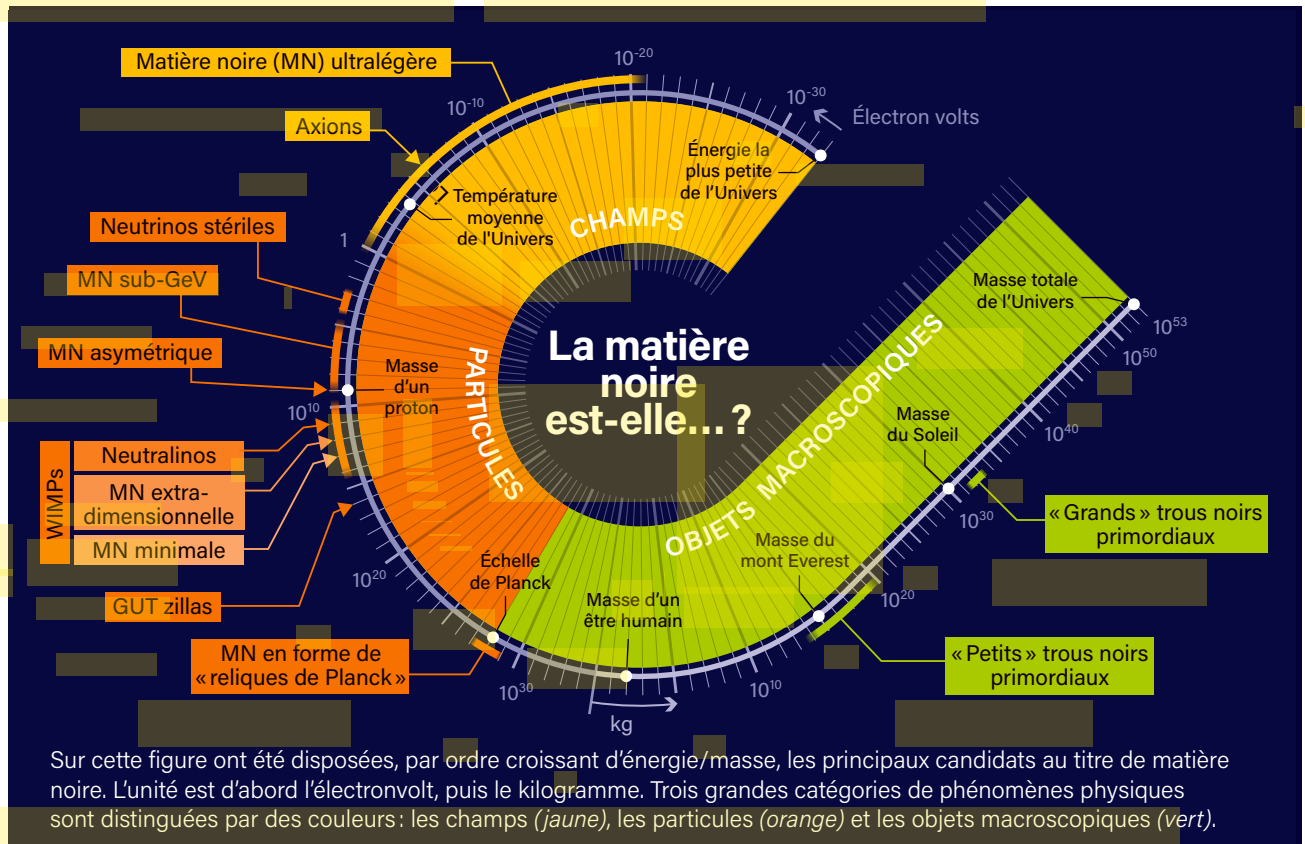
En pratique, un observateur ignorant l'existence de la dimension supplémentaire interprète comme une masse supplémentaire ce qui est en fait une impulsion confinée dans cette dimension. De même, une particule 5-dimensionnelle de masse M apparaît à un observateur comme une série infinie de particules de masse M , $2M$, $3M$, etc. On parle de tour de particules de Kaluza-Klein : celles du niveau de base sont les particules bien connues du modèle standard, tandis que celles des niveaux suivants sont des copies identiques, mais plus massives. Grâce à un mécanisme similaire à celui de la R-parité en supersymétrie, une des particules neutres du premier niveau serait stable et constituerait donc un candidat idéal pour la matière noire ! Sa masse est associée à la taille de la dimension supplémentaire et est donc un paramètre dépendant

de la théorie : typiquement, les prédictions sont d'environ 1000 fois la masse du proton, avec là encore une grande marge de variabilité.

Dans ce cas également, une solution possible au problème de la matière noire émerge d'une hypothèse audacieuse, comme celle des dimensions supplémentaires. Si ces théories sont correctes, découvrir la matière noire équivaldrait littéralement à découvrir des dimensions entières de la réalité pour l'instant inexplorées.

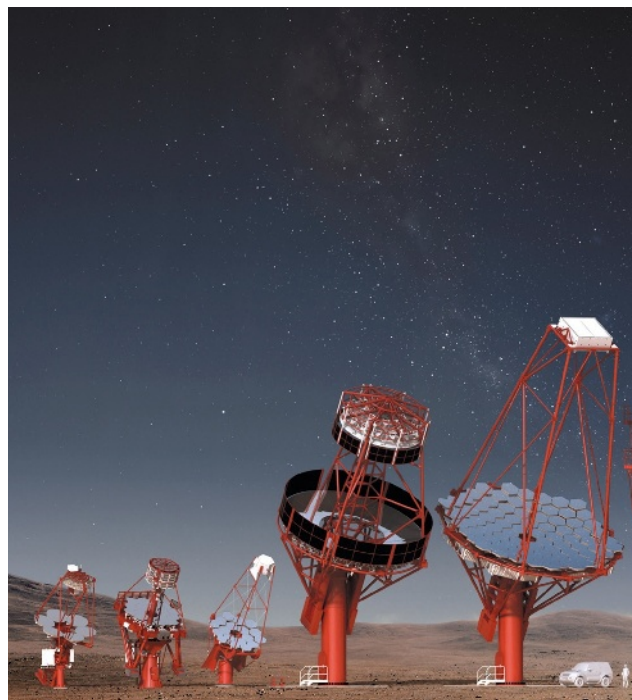
MATIÈRE NOIRE GONFLABLE... OU CANNIBALE ?

Du neutrino stérile (voir *La possible fécondité du neutrino stérile* par W. C. Louis et R. Van de Water, page 26) à l'axion (voir *La physique passe à l'axion* par C. Prescod-Weinstein, page 36), beaucoup d'autres candidats ont été ou sont encore proposés par les physiciens, bien trop pour que l'on puisse en rendre compte ici. Les



Et si l'Histoire bégayait ?

Dans les années 1840, les astronomes sont aux prises avec un défi : l'orbite de la planète Uranus, à l'époque planète la plus lointaine du Système solaire, montre certaines irrégularités en contradiction avec les lois de la mécanique céleste newtonienne. Ce qui conduit Urbain Jean Joseph Le Verrier, astronome à l'Observatoire de Paris, à postuler l'existence d'une « planète manquante » dont l'influence gravitationnelle expliquerait les anomalies de l'orbite d'Uranus. En effet, une telle planète, nommée Neptune, est découverte en 1846 par Johann Gottfried Galle, un astronome de Berlin, presque exactement au point indiqué par les calculs de Le Verrier. Un peu plus tard, c'est Mercure qui attire l'attention des astronomes : son mouvement montre également une anomalie, la précession du périhélie, non prédite par la gravité newtonienne. Le Verrier, sûr de son coup, l'interprète une nouvelle fois comme l'effet de la présence d'une autre planète, appelée Vulcain, très proche du Soleil. Malgré des décennies de recherches, et même de fausses découvertes, Vulcain n'a jamais été trouvée. En revanche, Einstein a démontré comment l'anomalie est due à une correction de la gravité newtonienne à proximité d'un corps extrêmement massif comme le Soleil et est parfaitement prédite par la théorie de la relativité générale. L'analogie avec la situation actuelle est évidente : les « anomalies » en astrophysique et en cosmologie sont-elles liées à la matière (noire), comme dans le cas de Neptune ? Ou bien sont-elles un signe d'échec des lois de la gravité, comme dans le cas de Mercure ?



particules SuSy et extradimensionnelles font partie de la classe des WIMPs (pour *weakly interacting massive particles*), très populaires car leur mécanisme de production dans l'Univers primordial est particulièrement convaincant. Chaque jour, ou presque, la littérature scientifique s'enrichit de nouvelles propositions : les technibaryons, les WIMPzillas, les GUTzillas, les Q-balls, les pépites de quarks... Ou de modèles tels que la matière noire minimale, mimétique, fluorescente, gonflable, cannibale... et ainsi de suite. Les qualificatifs en apparence facétieux ne doivent pas tromper : dans la plupart des cas, il y a derrière un travail scientifique rigoureux, nécessaire pour construire une théorie qui soit en accord avec les données et qui fournisse des prévisions vérifiables. L'un de ces candidats et l'un de ces modèles seront, espérons-le, celui vraiment choisi par la nature.

Même si l'hypothèse de nouvelles particules élémentaires est de loin la plus accréditée dans la communauté des physiciens, pour toutes les bonnes raisons déjà évoquées, il est important de ne négliger aucune autre piste, au moins jusqu'à ce qu'une solution convaincante soit trouvée. Une hypothèse radicale s'inspire de la remarque, extrêmement importante, que les manifestations