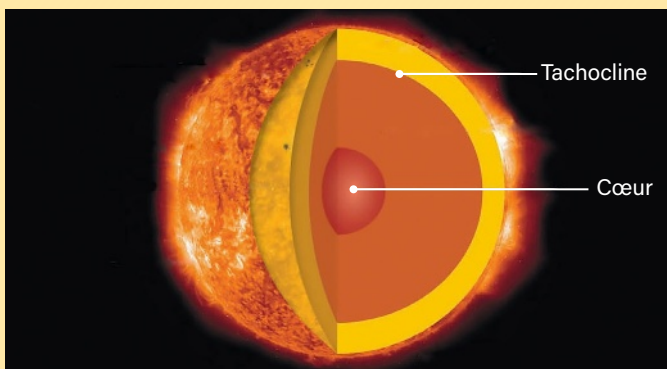
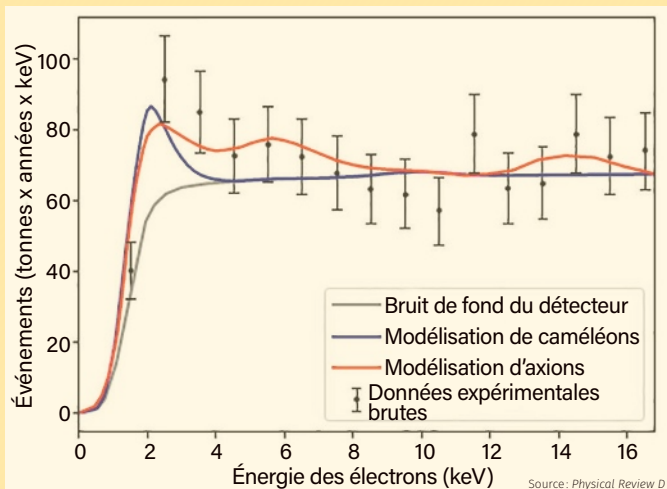




Des caméléons dans le Soleil ?

Dans l'expérience *Xenon1T*, lorsqu'une particule venait percuter l'un des atomes de xénon enfermés dans le conteneur, cela déclenchait un signal lumineux ou la circulation d'électrons libres, lesquels étaient enregistrés en continu. La plupart des interactions ont eu lieu avec des particules connues. Alors que 232 événements de ce type étaient attendus, 53 de plus ont été détectés. Cet excès a laissé penser que le dispositif avait capté des particules inconnues de matière noire nommées « axions », possiblement émises au cœur du Soleil.

En réalité, des axions émis dans les parties denses du Soleil entraîneraient une perte d'énergie catastrophique pour la stabilité de l'étoile. En revanche, il pourrait s'agir de champs caméléons, émis dans la tachocline solaire, beaucoup moins dense que le cœur du Soleil et où règne un fort champ magnétique favorable. Sur le graphique ci-dessous, la modélisation de l'action de ces caméléons (*courbe bleue*) colle plutôt bien avec les anomalies dépitées par *Xenon1T* (*barres verticales*).



Source: Physical Review D

résultats n'ont pas mis en évidence le caméléon, mais les expériences satellitaires programmées après *Microscope* le pourront peut-être.

Une autre piste pour éclaircir le rôle de l'énergie sombre dans le Système solaire est venue d'une expérience en physique des particules. Depuis plusieurs décennies, le candidat le plus naturel pour décrire la matière noire, cette composante importante du contenu de l'Univers, est une particule très lourde. Sa masse serait plus d'une centaine de fois celle du proton et interagirait très faiblement avec la matière qui nous entoure. La Terre comme le reste de la Voie lactée devraient baigner dans un halo de matière noire composé de ces particules. Notre planète, dans son mouvement autour du Soleil, fendrait ce voile et il est probable qu'un détecteur bien calibré détecterait la collision entre un atome et l'une des particules de matière noire. Cette rencontre est très peu courante et son observation requiert d'enfourer ce détecteur et d'observer les possibles collisions pendant des années.

C'est ce qu'a fait l'expérience *Xenon1T* du laboratoire souterrain de Gran Sasso, en Italie. Dans un grand conteneur ont été placées 3,2 tonnes de xénon, un gaz rare en phase liquide. Une particule de matière noire peut ioniser le gaz et l'énergie des électrons récupérés peut être mesurée. Ainsi que cela a été publié en 2020, des électrons en excès ont été observés par rapport à ceux qui apparaissent naturellement dans le détecteur : 53 de plus que les 232 attendus. C'est trop pour être une simple fluctuation statistique avec une probabilité de plus de 99,5 %.



Il a été immédiatement proposé que ce signal provienne de certains candidats à la matière noire nommés «axions» (voir *La physique passe à l'axion*, par C. Prescod-Weinstein, p. 36), lesquels auraient été émis par le Soleil et, après la traversée du milieu interstellaire, seraient entrés en collision avec le xénon du détecteur à Gran Sasso. Malheureusement, ce scénario, qui ferait avancer la recherche sur la nature de la matière noire, est tout simplement impossible. En effet, de tels axions auraient réduit l'énergie emmagasinée par le Soleil de façon si considérable que notre étoile verrait sa durée de vie raccourcie drastiquement. Ceci est exclu. Il faut donc trouver autre chose.

DES CAMÉLÉONS NÉS DANS LE CHAMP MAGNÉTIQUE

L'énergie sombre est une explication possible : c'est ce que nous avons proposé récemment. En effet, les caméléons pourraient aussi être produits par le Soleil. Le mécanisme d'émission utiliserait leur couplage avec les photons et la présence d'un fort champ magnétique dans une région, la tachocline, située à une distance de 0,3 rayon solaire sous la surface du Soleil. Dans ce milieu où le champ magnétique atteindrait plusieurs dizaines de teslas, les caméléons produits s'échapperaient du Soleil et entreraient ensuite en collision avec le xénon à Grand Sasso.

Et si les caméléons étaient produits plus profondément, au cœur même du Soleil, comme possiblement les axions ? Impossible en raison du phénomène d'écrantage ! En effet, aux densités très grandes rencontrées à l'intérieur de notre étoile, proches de 150 fois celle de l'eau,

les caméléons sont si massifs qu'ils sont impossibles à produire. Pour cette raison, aucun d'eux ne serait émis dans des étoiles plus massives du type géantes rouges. En revanche, la densité dans la tachocline est celle de l'eau liquide, et les caméléons y seraient assez légers pour naître dans le champ magnétique solaire. Leur production n'entraînerait pas une réduction spectaculaire de la durée de vie du Soleil.

De plus, le spectre en énergie des caméléons solaires pourrait être l'explication de la mesure effectuée par l'expérience *Xenon* (voir l'encadré p. 118). En effet, il n'y a que 5 % de chance pour qu'un bruit dans le détecteur soit une meilleure explication que le caméléon. C'est un pourcentage faible, mais encore insuffisant pour affirmer que l'énergie sombre a été détectée. Les expériences programmées comme *Xenon10T*, contenant davantage de xénon dans son réservoir, nous aideront à affiner notre hypothèse et à débusquer une énergie sombre aux étonnantes capacités de camouflage.

— L'auteur —

> **Philippe Brax**
est physicien à l'Institut de physique théorique (Université Paris-Saclay/CNRS/CEA).

— À lire —

> **Sunny Vagnozzi et al.**, Direct detection of dark energy: The Xenon1T excess and future prospects, *Phys. Rev. D*, vol. 104, 2021.

> **E. Aprile et al.**, Excess electronic recoil events in Xenon1T, *Phys. Rev. D*, vol. 102, 2020.