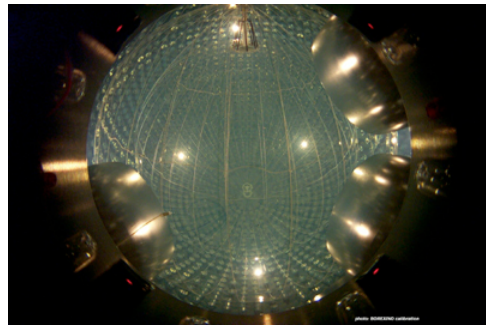


Borexino explore la radioactivité de la Terre en mesurant les géo-neutrinos

Une quinzaine d'anti-neutrinos provenant des profondeurs de la Terre, appelés géo-neutrinos, ont été observés dans l'expérience Borexino, installée dans le laboratoire souterrain du Gran Sasso (dans les Abruzzes, en Italie) et à laquelle participe une équipe du laboratoire APC (Université Paris-Diderot, CNRS/IN2P3, CEA/Irfu, Observatoire de Paris). Ces géo-neutrinos témoignent de l'origine radioactive d'une grande partie de la chaleur de la Terre et permettent d'affiner notre connaissance de la structure des couches géologiques formant notre planète.



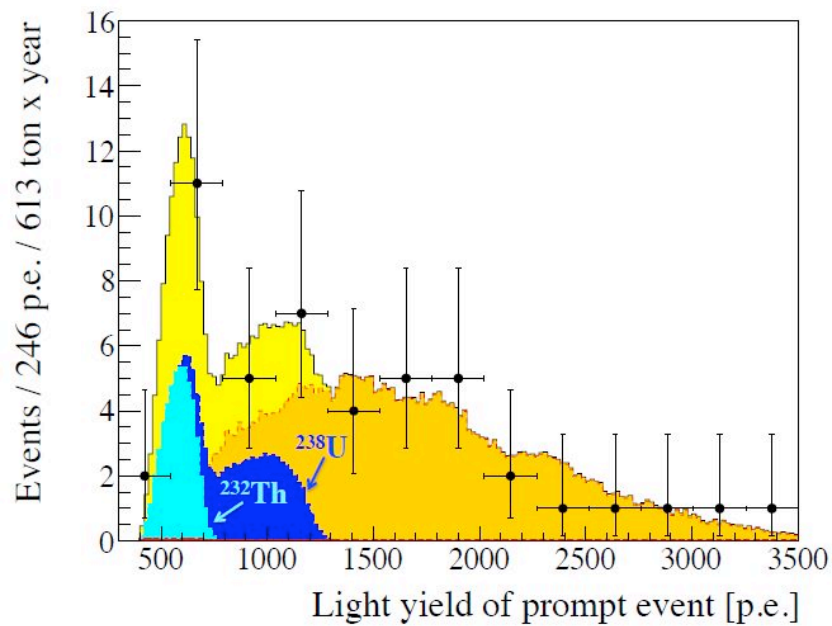
Borexino : vue interne
Crédit : Collaboration Borexino

Les géo-neutrinos sont produits par les désintégrations de l'uranium et du thorium contenus dans la Terre, et ce, jusqu'à des milliers de kilomètres sous la croûte de celle-ci, dans le manteau. Ces désintégrations contribuent pour une part importante à la production de la chaleur dans notre planète. Cette chaleur, qui est responsable des mouvements de convection dans le manteau de la Terre, est directement liée à l'activité volcanique et aux mouvements des plaques (et donc aux tremblements de terre). Elle est aussi le moteur du champ magnétique terrestre. La détection de géo-neutrinos est donc une preuve de l'origine radioactive d'une partie importante de la chaleur de la Terre.

Après une première annonce début 2010, l'expérience Borexino a continué à accumuler les données, permettant de préciser la découverte, avec une mesure plus précise. Si la moisson peut paraître modeste, une quinzaine d'interactions dues aux géo-neutrinos en 4 ans, elle n'en est pas moins particulièrement riche d'enseignements. On peut en retenir essentiellement deux :

1. Il y a dans le manteau de la Terre une quantité significative d'éléments radioactifs appartenant soit à la famille de l'uranium-238, soit à la famille du thorium-232. La présence des deux familles radioactives les plus importantes nous permet d'évaluer quelle est la production d'énergie thermique en elle-même, et plus généralement dans la Terre.
2. Le rapport du contenu en uranium et en thorium dans le manteau semble en accord avec les mesures faites sur les météorites qui arrivent sur la Terre. C'est une confirmation importante de la théorie sur l'origine du système solaire.

Les nouvelles données de Borexino infirment l'hypothèse selon laquelle il pourrait y avoir un gigantesque réacteur naturel (appelé géo-réacteur) au coeur de notre planète.



Spectre en énergie des antineutrinos observés par Borexino (500 photo-électrons correspondent à 1 MeV). Les données (en noir) sont ajustées à un modèle. Le jaune clair correspond aux géo-neutrinos (que l'on peut diviser en géo-neutrinos venus du thorium (cyan) et géo-neutrinos venus de l'uranium (bleu)). La couleur orange correspond aux antineutrinos venus des réacteurs nucléaires.

Crédit : [arXiv:1303.2571](https://arxiv.org/abs/1303.2571)

Le principal bruit de fond dans l'étude des géo-neutrinos provient des anti-neutrinos émis par les centrales nucléaires. Les informations sur les centrales nucléaires mondiales ont été fournies par l'Agence Internationale de l'Energie Atomique de Vienne. Les réacteurs nucléaires français étant la source de près de 40% de ce bruit de fond, il a été possible, grâce à EDF, d'obtenir des informations complémentaires très précises sur les paramètres de fonctionnement de ces centrales (moyenne de la puissance thermique quotidienne et composition du combustible des coeurs), lesquels permettent de calculer avec précision le flux attendu d'anti-neutrinos de réacteurs dans le détecteur.

L'expérience KamLAND, située au Japon et utilisant un détecteur similaire à celui de Borexino, a également observé des géo-neutrinos en 2011, confirmant le premier résultat de Borexino. L'avantage de KamLAND, un détecteur trois fois plus volumineux que Borexino, est réduit par un bruit de fond beaucoup plus élevé des anti-neutrinos provenant de réacteurs nucléaires proches (distance moyenne de 200 km contre 800 km pour Borexino). Borexino a également un atout majeur, son niveau inégalé de radiopureté, indispensable pour cette expérience dédiée à la détection des neutrinos solaires de basse énergie.

Les résultats de KamLAND et de Borexino sont complémentaires puisqu'ils permettent d'explorer des configurations géologiques différentes. Le développement d'expériences de ce type, utilisant la détection d'anti-neutrinos, en différents points du globe pourrait permettre d'étudier les structures des diverses couches formant la Terre, et ce, quelle qu'en soit la profondeur, en comparant les modèles théoriques développés aux données recueillies.

L'expérience Borexino est le fruit d'une collaboration entre l'Italie, l'Allemagne, les États-Unis, la Russie, la Pologne et la France, qui regroupe plus de 100 physiciens, ingénieurs et techniciens. En France, les chercheurs du laboratoire Astroparticule et cosmologie (APC) ont rejoint la collaboration en 2000. La présente recherche sur les géoneutrinos a bénéficié d'un soutien financier du LabEx UnivEarthS.

Pour plus de détails : arXiv:1303.2571

Contact

Davide Franco

01 57 27 69 62

dfranco@in2p3.fr

Michel Obolensky

01 57 27 69 64

obolensky@apc.univ-paris7.fr