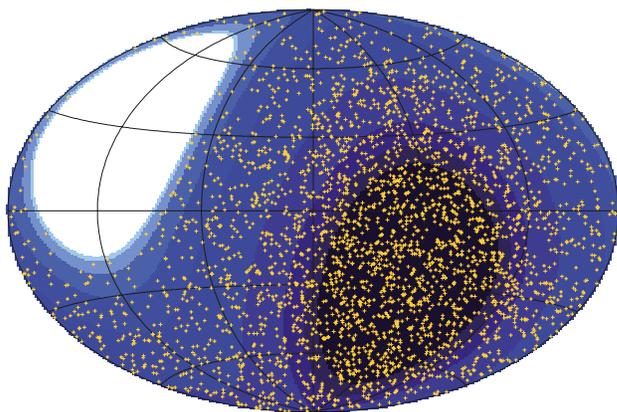


# ANTARES ET KM3NeT

Détecter les neutrinos de haute énergie produits au cœur des astres les plus extrêmes de l'Univers passe par la mise en œuvre de détecteurs de très grandes dimensions comme ANTARES, et son futur successeur, KM3NeT, tous deux immergés en Méditerranée.



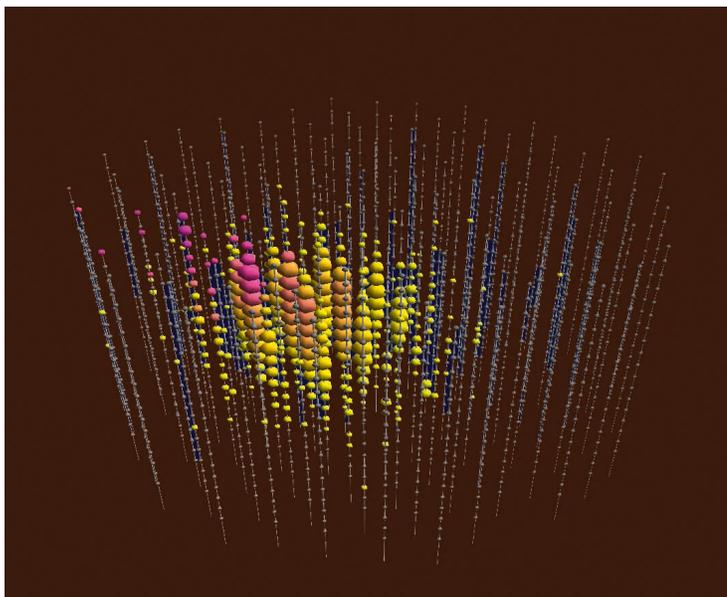
Directions d'arrivée des neutrinos cosmiques détectés par ANTARES

Chacun des points jaunes correspond à la direction d'arrivée d'un neutrino cosmique détecté par ANTARES entre 2007 et 2010. Les couleurs du fond dénotent le facteur d'exposition du détecteur, du noir (exposition maximale) au blanc (zone non visible). Le centre de la carte correspond au centre galactique.

Les astronomes tiennent les neutrinos pour des messagers de choix car ils n'interagissent que très peu avec la matière. Un neutrino cosmique de haute énergie, après avoir traversé la Terre sans coup férir, peut toutefois interagir juste au fond de la mer en produisant un muon. Ce dernier, remontant des fonds marins, suscite par effet Tcherenkov un cône de lumière bleue que l'on peut détecter au moyen d'un réseau immergé

de photomultiplicateurs. On peut ainsi estimer l'énergie et la trajectoire du muon, et partant, celles du neutrino qui l'a produit. C'est ainsi que fonctionne ANTARES (*Astronomy with a Neutrino Telescope and Abyss RESearch*, astronomie avec un télescope à neutrinos et recherches abyssales), un vaste dispositif déployé au large de Toulon (profondeur : 2 500 m).

Depuis sa mise en service en 2008, ANTARES étudie ainsi les muons qui se propagent de bas en haut, produits par les seuls neutrinos cosmiques ayant interagi au fond de la mer, bien moins nombreux que les muons créés par les rayons cosmiques dans l'atmosphère, qui eux se propagent donc du haut vers le bas. Après avoir reconstruit la direction d'origine des neutrinos cosmiques, les chercheurs européens collaborant à ANTARES se sont attachés à rechercher des accumulations dénotant la présence de sources localisées. Les résultats obtenus jusqu'à présent, s'ils n'ont pas encore montré d'accumulation significative, ont déjà permis de contraindre



### Simulation d'un événement induit par un neutrino de haute énergie dans le télescope KM3NeT

Le télescope KM3NeT, déployé sur plus d'un kilomètre cube d'eau de mer, est composé d'un réseau de plusieurs centaines de lignes de détection verticales, ancrées sur le fond marin et maintenues tendues chacune par une bouée immergée. Chaque ligne porte 18 modules de détection optique. Dans l'obscurité des abysses, les modules optiques enregistrent les très faibles bouffées de lumière produites par effet Tcherenkov lors de la propagation dans l'eau de mer d'un muon énergétique qui résulte de l'interaction d'un neutrino de haute énergie dans la fraction de croûte terrestre qui constitue le plancher sous-marin.

l'intensité d'un éventuel signal de neutrinos cosmiques en provenance de la Galaxie, apportant ainsi des informations complémentaires à celles recueillies par le détecteur *IceCube* installé dans les glaces du Pôle Sud. À noter enfin que les capteurs de lumière ultrasensibles d'ANTARES, en repérant les lueurs évanescentes émises par les micro-organismes des fonds marins, ont permis de collecter des informations des plus originales sur la zoologie des abysses.

La construction de KM<sub>3</sub>NeT (*Cubic Kilometre Neutrino Telescope*, télescope à neutrinos de la gamme du kilomètre cube), la nouvelle génération de télescope à neutrinos, a débuté sur deux sites sous-marins, l'un en France, proche de celui d'ANTARES, l'autre en Italie, au large de la Sicile (profondeur : 3 500 m). Une fois terminé, le détecteur, déployé sur le site italien avec son très grand volume d'eau de mer instrumenté, sera le plus grand télescope à neutrinos de l'hémisphère Nord. Il sera dédié à la recherche des neutrinos cosmiques de haute énergie que produisent les sources extrêmes de l'Univers (noyaux actifs de galaxie, sursauts gamma). Quant au site français, il accueillera un dispositif expérimental dans une configuration plus dense, dévolue à l'étude des propriétés fondamentales des neutrinos dont des flux abondants sont produits par interactions des rayons cosmiques dans l'atmosphère.