

L'origine, la nature, les masses et le mélange des neutrinos



Fermilab, Chicago et Sanford (Dakota du sud), États-Unis



DUNE Deep Underground Neutrino Experiment

Éclaircir les mystères des neutrinos, les particules de matière les plus abondantes de l'Univers

Responsable scientifique : Dario Autiero (IP21)*

Laboratoires impliqués : APC (Paris), CC-IN2P3 (Lyon), IJCLab (Orsay), IP21 (Lyon), LAPP (Annecy), LP21 (Bordeaux), LPSC (Grenoble)

Nature : infrastructure de recherche

Statut : projet international en construction

Site web : <https://www.dunescience.org/>

Objectifs scientifiques

L'étude des neutrinos est un enjeu majeur : ils pourraient jouer un rôle pour expliquer la prédominance de la matière sur l'antimatière dans l'Univers via la violation des symétries CP. Grâce au faisceau de neutrinos, DUNE doit permettre de déterminer la hiérarchie de masse des neutrinos et de rechercher la violation de CP dans le secteur leptonique. L'expérience permettra aussi d'étudier les neutrinos issus d'explosions de supernovæ et la stabilité de la matière à travers la recherche de la durée de vie du proton. Toutes ces mesures permettront d'explorer la physique au-delà du modèle standard et d'élucider des problèmes fondamentaux en cosmologie et astrophysique.

Moyens déployés

- Un faisceau de neutrinos et d'antineutrinos muoniques produit par le complexe accélérateur au Fermilab (Illinois), d'intensité sans précédent grâce notamment à un nouvel accélérateur linéaire (PIP-II) et orienté vers le détecteur lointain de DUNE, situé à 1 300 km de distance.
- Un ensemble de détecteurs proches au Fermilab, pour caractériser précisément le faisceau de neutrinos avant leur périple.
- Un détecteur lointain gigantesque dans le Dakota du Sud à 1 500 m sous terre avec quatre modules de détection. Chaque module est un parallélépipède de 62x14x14 m³, contenant 17 kt d'argon liquide et instrumenté en chambre à projection temporelle (TPC) afin d'étudier finement les interactions des neutrinos avec l'argon.
- La France via l'IN2P3 est le principal partenaire non-américain pour la construction du module à dérive verticale.

68 kt
d'argon liquide ultra pur

15
années d'étude

1 300
contributeurs internationaux

201
laboratoires dans le monde

15
années de fonctionnement

32
pays participants

LES CONTRIBUTIONS DE L'IN2P3

- Conception et réalisation de la moitié du second module de détection lointain, s'appuyant sur la technologie dite à dérive verticale, évolution de la technologie dite double-phase qui a fait l'objet de R&D en France depuis 2006 et dont elle conserve les grandes caractéristiques et avantages.
- Développement des algorithmes d'analyse des données, de reconstruction des événements et de mesures d'énergie et cinématique des neutrinos.
- Contribution aux efforts de calcul pour la production des données et simulations au CC-IN2P3.
- Contribution au programme PIP-II sur les cavités supraconductrices de type Spoke de l'accélérateur linéaire de protons.

Autres laboratoires français impliqués

Irfu (CEA Saclay)

2006

Début de la R&D TPC argon liquide à l'IN2P3

2008 - 2014

Programme européen LAGUNA-LBNO

2015

Naissance de la collaboration DUNE

2018

Installation de ProtoDUNE dual-phase, 6x6x6 m³, au CERN

2021

Début des travaux de construction des cavernes du détecteur lointain

2029

Début de prise de données

2045

Fin de prise de données

* Depuis 2015