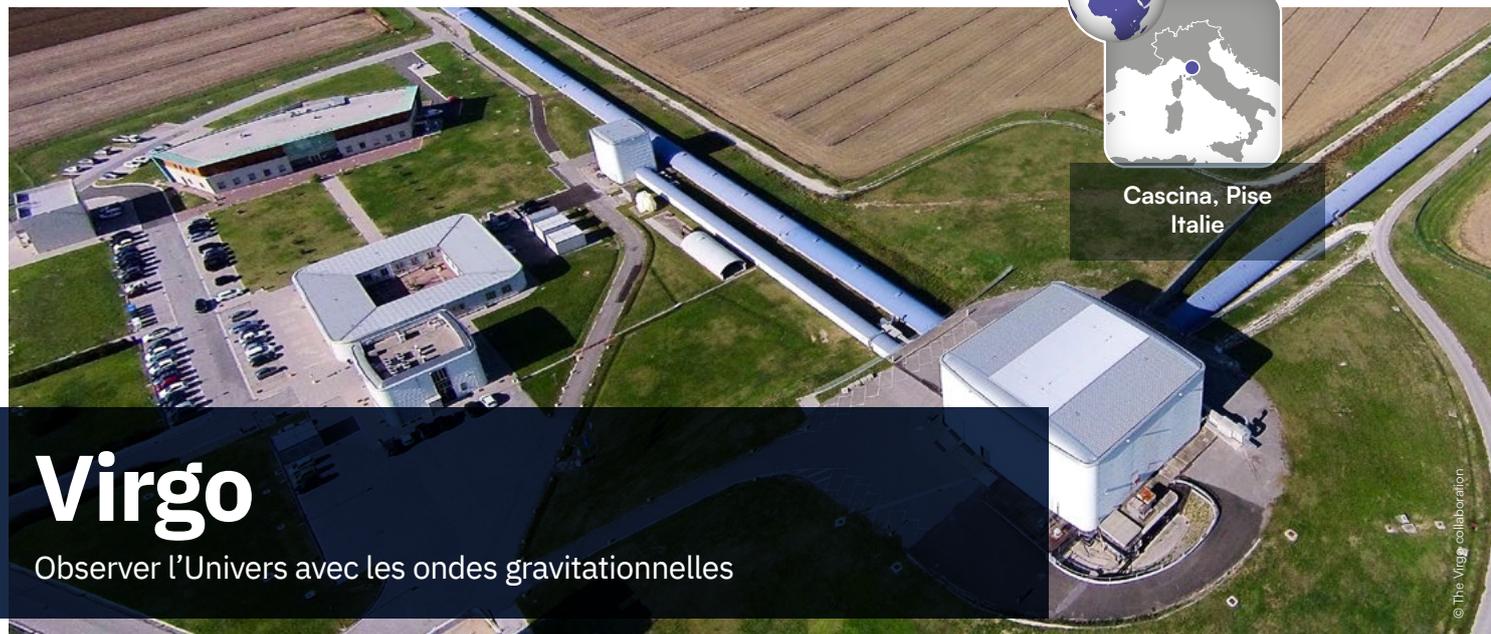


Ondes gravitationnelles



# Virgo

Observer l'Univers avec les ondes gravitationnelles

**Responsable scientifique :** Loïc Rolland (LAPP)\*

**Laboratoires impliqués :** APC (Paris), CC-IN2P3 (Lyon), IJCLab (Orsay), IPHC (Strasbourg), IP21 et LMA (Lyon), LAPP (Annecy)

**Nature :** infrastructure de recherche

**Statut :** projet européen en fonctionnement, principalement financé par le CNRS (France), l'INFN (Italie) et Nikhef (Pays-Bas)

**Site web :** <https://www.virgo-gw.eu/>

## Objectifs scientifiques

Virgo est un détecteur d'ondes gravitationnelles. Il observe, conjointement avec les détecteurs américains LIGO, des événements cosmiques d'une intensité remarquable tels que des fusions de trous noirs ou d'étoiles à neutrons. Ce nouveau champ d'observation ouvre la voie à de nouveaux tests de la relativité générale, de nouvelles mesures de l'expansion de l'Univers et de l'équation d'état de la matière dense, dont les étoiles à neutrons sont constituées, mais aussi à des études sur les populations des trous noirs dans l'Univers. Virgo participe aussi à des campagnes concertées pour capter les phénomènes cosmiques via divers modes d'observation : ondes gravitationnelles, ondes électromagnétiques, neutrinos, rayons cosmiques. Virgo est hébergé et opéré par le laboratoire EGO (*European Gravitational Observatory*).

## Moyens déployés

- Un interféromètre de Michelson avec deux bras de 3 km, sensibles à des variations de longueur d'un milliardième de milliardième de mètre.
- Des tubes à vide de 120 cm de diamètre et où la pression résiduelle est de l'ordre du millième de milliardième d'atmosphère. Un volume total de 7 000 m<sup>3</sup> sous vide.
- Des miroirs de 40 kg de verre ultra pur, avec une planéité supérieure au nanomètre et totalement isolés du bruit sismique.
- Un réseau de collaboration mondial, incluant échange des données et publications en commun, avec Virgo, LIGO, le détecteur japonais KAGRA, et dans les années à venir LIGO-India.

**3 km**  
longueur de chaque bras

**27**  
groupes de recherche

**12 M€**  
de budget annuel

**8**  
pays participants

**3**  
principaux contributeurs :  
France, Italie, Pays-Bas

**99,9999 %**  
de lumière réfléchiée par  
les miroirs

### LES CONTRIBUTIONS DE L'IN2P3

- Développement des revêtements optiques des miroirs et des systèmes de métrologie optique.
- Conception et réalisation des systèmes optiques sous vide et de l'électronique pour l'extraction du signal d'onde gravitationnelle, des signaux auxiliaires et pour l'injection d'un faisceau de *squeezing* (vide comprimé).
- Conception et réalisation du système d'acquisition des données et de contrôle de l'interféromètre.
- Développement du système de contrôle du vide de Virgo et des chambres à vide.
- Conception et réalisation de systèmes d'étalonnage de l'interféromètre.
- Développement d'algorithmes pour la caractérisation du détecteur et l'analyse des signaux d'ondes gravitationnelles.

## Autres laboratoires français impliqués

Artemis (Nice), g-MAG [ ILM (Lyon), INL (Lyon), INSP (Paris), Laboratoire Navier (Paris) ], LKB (Paris)

**1993**

Approbation du projet par le CNRS et l'INFN

**2007-2011**

Premières prises de données LIGO-Virgo

**2016**

Démarrage d'Advanced Virgo

**2017**

Premières observations d'Advanced Virgo : détection de GW170817 (fusion de deux étoiles à neutrons)

**2019**

Prise de données LIGO-Virgo O3, une détection par semaine

**2024-2025**

Prise de données O4 avec LIGO, KAGRA et Virgo

**2027**

Prise de données O5 avec LIGO, KAGRA, LIGO-India et Virgo

\* Depuis 2020