

Expérimentateurs : D. Buskalic, R. Flaminio, S. Karkar, **F. Marion**, B. Mours, E. Tournefier, D. Verkindt, M. Yvert  
 Equipe Technique : T. Bouedo, F. Corageoud, L. Fournier, R. Hermel, L. Journet, N. Letendre, B. Lieunard, A. Masserot, J. Prast, S. Vilalte  
 Doctorants : F. Beauville, R. Gouaty, D. Grosjean  
 Visiteurs étrangers : L. Baggio

**Abstract :** *Virgo is a large scale interferometric detector dedicated to the search for gravitational waves, located near Pisa (Italy). It aims at providing direct experimental evidence for the existence of gravitational radiation, which is a prediction of the modern description of gravitation – General Relativity. Virgo will be sensitive to signals emitted by galactic and extra-galactic astrophysical sources (such as supernovae, inspiralling compact binary systems or rotating neutron stars) and is expected to break new grounds in the observation of our Universe.*

*The LAPP group is in charge of major components of the experiment, including the vacuum chamber housing the mirrors, the detection system, the data acquisition system and the calibration. The group is also significantly involved in the detector commissioning and data analysis.*

## Présentation générale

Virgo est un détecteur d'ondes gravitationnelles à large bande passante (10 Hz – 10 kHz), basé sur un interféromètre de Michelson de trois kilomètres de long, dont les miroirs sont suspendus. Cette configuration permet d'atteindre une sensibilité de  $h \sim 4 \cdot 10^{-23} \text{ Hz}^{-1/2}$  à quelques centaines de hertz, donnant ainsi accès à des sources astrophysiques galactiques et extragalactiques telles que les supernovae, les coalescences de systèmes binaires compacts (étoiles à neutrons ou trous noirs) ou les étoiles à neutrons en rotation.

Virgo a pour objectif de détecter des signaux émis par de telles sources, non seulement pour établir de manière expérimentale directe l'existence du rayonnement gravitationnel et ses propriétés, mais aussi pour ouvrir une nouvelle fenêtre sur l'Univers et fournir un nouvel outil pour l'astrophysique et la cosmologie.



Vue aérienne de l'expérience Virgo

Le groupe du LAPP a assumé des responsabilités importantes dans la construction du détecteur, qui est aujourd'hui achevée, l'expérience abordant la phase finale de mise au point précédant le début de la prise de données scientifiques. Le LAPP a notamment eu en charge la conception et la réalisation des chambres à vide abritant les miroirs, des systèmes de détection, d'acquisition des données et de calibration. Il a également assuré le développement d'outils logiciels variés. Ses membres contribuent de façon importante à l'activité de *commissioning* (mise en route et compréhension de l'instrument) ainsi qu'à la préparation et à la mise en œuvre de l'analyse des données.

## Collaboration

Virgo est une collaboration franco-italienne regroupant 11 laboratoires, dont 5 français (LAPP Annecy, LMA Lyon, OCA Nice, LAL Orsay, ESPCI Paris).

Outre les autres laboratoires de la collaboration Virgo, le groupe du LAPP interagit également de façon fructueuse avec les autres expériences de détection d'ondes gravitationnelles, notamment l'expérience américaine LIGO, à travers une participation au groupe de travail commun préparant l'exploitation conjointe du réseau mondial de détecteurs d'ondes gravitationnelles.

Le groupe du LAPP est actif sur le front de la mise au point du détecteur (*commissioning*) comme sur celui de la préparation de l'analyse des données.

Des membres du groupe sont très impliqués dans le travail quotidien mené sur le détecteur pour analyser son fonctionnement et le faire progresser vers une stabilité et une sensibilité compatibles avec une prise de données scientifiques. L'identification des sources de bruit qui limitent la sensibilité de l'interféromètre est un point sur lequel le groupe contribue de façon essentielle.

Dans le domaine de l'exploitation scientifique des données, le groupe est impliqué à la fois dans les étapes préliminaires d'étalonnage et de reconstruction des données pour éliminer les distorsions instrumentales, et dans les recherches physiques de signaux émis par différentes sources. Le groupe a ainsi poursuivi le développement d'une chaîne complète d'analyse pour la recherche de signaux de coalescences binaires, qui a été appliquée aux données techniques recueillies lors de différentes étapes du *commissioning*. Lors des dernières prises de données cette chaîne d'analyse a pu être appliquée en temps réel. Par ailleurs le groupe a également développé un algorithme de recherche de signaux émis par des étoiles à neutrons en rotation se trouvant en système binaire.

## Conceptions et réalisations

Durant ces deux dernières années, les contributions techniques du groupe Virgo du LAPP ont porté essentiellement sur :

- la maintenance du système de détection : celui-ci doit suivre l'évolution de la configuration du détecteur au fur et à mesure des progrès du *commissioning*, et en particulier l'électronique de lecture des photodiodes doit être régulièrement adaptée au niveau de lumière circulant dans l'interféromètre
  - la maintenance du système d'acquisition de données, notamment son adaptation à l'augmentation du flux de données, la réduction de sa latence à moins de 2 secondes et la migration sous Linux d'une partie des applications
  - le développement d'un outil logiciel permettant l'automatisation des procédures de fonctionnement du détecteur et ainsi l'amélioration du cycle utile de l'instrument
  - le développement d'un outil logiciel de *monitoring* en ligne de l'état du détecteur
  - un travail de recherche et développement pour la mise à jour de l'électronique numérique intervenant dans les boucles de contrôle temps réel permettant de maintenir l'interféromètre à son point de fonctionnement.
- Un prototype de carte «TOLM» pour la distribution des signaux d'horloge ainsi que l'émission/réception d'information transportée par fibres optiques a notamment été réalisé et testé (Figure 1).

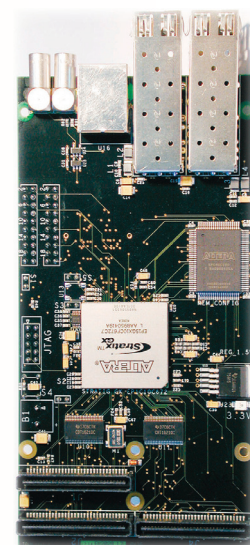


Figure 1 : Prototype de carte TOLM

## Faits marquants - Perspectives

Les deux dernières années ont été marquées par les progrès du *commissioning* du détecteur Virgo dans sa version finale, après les travaux menés sur une configuration réduite (CITF).

L'évolution progressive de la configuration optique de l'interféromètre (une cavité Fabry-Perot puis l'autre, puis les deux recombinaisons en interféromètre de Michelson puis l'inclusion du miroir de recyclage de la lumière) ainsi que la mise en œuvre des différents systèmes de contrôle, se sont accompagnées d'une évolution de la courbe de sensibilité de l'instrument qui s'approche progressivement de celle du *design* (Figure 2). A l'été 2005 Virgo était d'ores et déjà sensible à des coalescences binaires extragalactiques.

Après une période d'intervention sur le détecteur (automne 2005) la progression vers la sensibilité nominale doit reprendre dès le début 2006 avec le redémarrage à pleine puissance lumineuse. L'année 2006 devrait donc voir à la fois la poursuite du travail de *commissioning* et le début de la prise de données scientifiques.

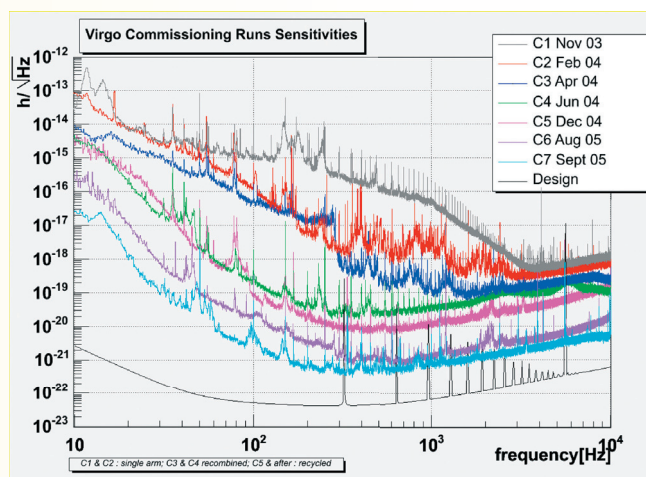


Figure 2 : Evolution de la sensibilité du détecteur Virgo au cours des deux dernières années

## Pour en savoir plus

<http://lapp.in2p3.fr/virgo>

<http://www.cascina.virgo.infn.it/>