

# **Resources in Italian**

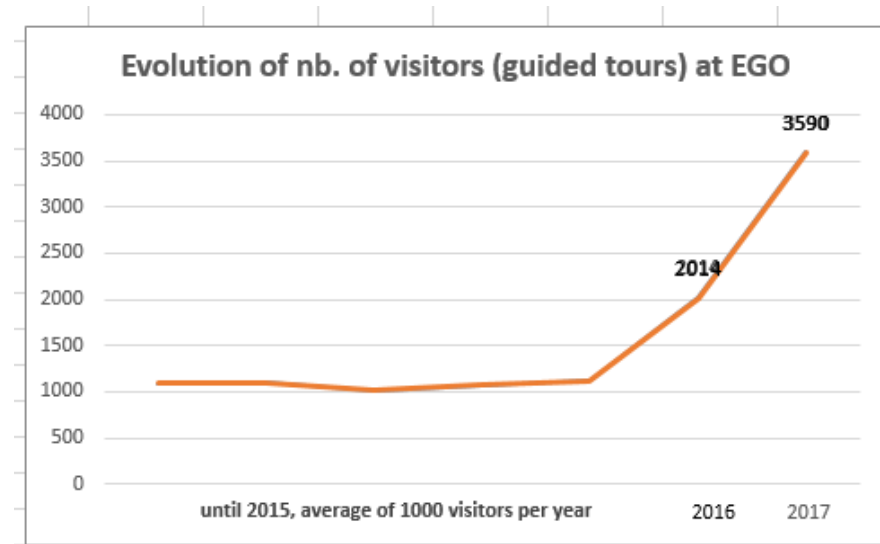
**February 20, 2018**

**INFN outreach task force on GW**

**Nicolas Arnaud**, for the **Outreach group**  
[outreach@ego-gw.it](mailto:outreach@ego-gw.it)

# The Virgo Outreach Group

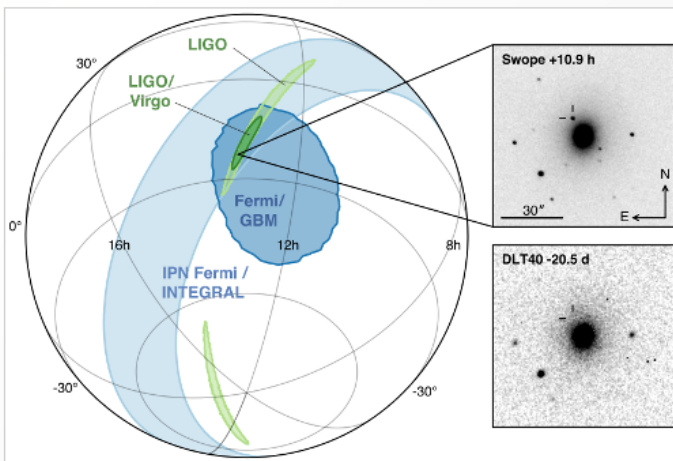
- **Co-coordination**: NA (Virgo), Séverine Pérus (EGO)
  - Séverine is also the Virgo communication officer
- Two **mailing lists**
  - A generic one, the other is more focused on local events
  - Generic: [outreach@ego-gw.it](mailto:outreach@ego-gw.it)
    - 46 subscribers / a dozen active people – workload permitting
      - ♦ No dedicated staff
- Goal: **at least one contact per Virgo group**
  - Quite there, but not yet
- (Bi)**Weekly meetings** on Thursday morning
- Dedicated **Wiki** area
  - Virgo internal
- **Public website**
  - Different from the Virgo website
- Many activities
  - **Site visits, detection announcements, conferences, exhibits, social media**, etc.



# Detections

- **Multilingual contents** available on the Virgo website:  
<http://www.virgo-gw.eu/#news>
  - **Work in progress to improve our websites**  
→ Goal: to be ready for O3 data taking – starting next Fall for O(one year)
- **News**
  - Short and multilingual
- **Press release**
  - LIGO/Virgo
- **Outreach and educational material about the detection**
  - Science summary(ies)
  - Infographics
  - Factsheet
- **Procedure improving as detections were coming in**  
→ Best example: GW170817 – First BNS merger + MMA

# News



## LIGO e Virgo osservano per la prima volta onde gravitazionali prodotte dalla collisione di due stelle di neutroni

Cambia lingua: [UK](#) | [FR](#) | [IT](#) | [ES](#) | [HU](#) | [PL](#) | [HU](#)

### Una scoperta che segna il primo evento cosmico osservato sia con onde gravitazionali sia con la luce

Per la prima volta, gli scienziati hanno rivelato sia onde gravitazionali (increspature dello spazio-tempo) che segnali luminosi dalla spettacolare collisione di due stelle di neutroni. Questa è la prima volta che un evento cosmico viene osservato sia con le onde gravitazionali che con la luce.

La scoperta è stata fatta utilizzando il Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (LIGO) negli Stati Uniti, il rivelatore Virgo in Europa, e circa 70 osservatori a terra e nello spazio.

L'immagine mostra la localizzazione ottenuta dai segnali di onde gravitazionali (dalla rete globale dei 3 rivelatori LIGO-Virgo), di raggi gamma (dai satelliti Fermi e INTEGRAL) e ottici (l'immagine della scoperta ottica di Swope) dell'evento transiente rilevato il 17 Agosto 2017. Le aree colorate mostrano le regioni di localizzazione nel cielo stimate dagli osservatori di raggi gamma (in blu) e dai rivelatori di onde gravitazionali (in verde). Gli inserti mostrano la regione intorno alla presunta galassia ospite NGC4993 (area scura nel centro): nell'immagine in alto, registrata quasi 11 ore dopo la rilevazione del segnale gravitazionale e dei raggi gamma, una nuova sorgente (evidenziata da due puntatori) e' visibile; non era presente nell'immagine in basso, presa circa tre settimane prima dell'evento.

[Articoli scientifici e materiale supplementare](#)

[Press release](#) - [Communiqué de presse](#) - [Comunicato stampa](#) - [Persbericht](#) - [Notas de prensa](#) - [Materiały dla prasy](#) - [Sajtókiadványok](#)

Pubblicato: 16/10/2017

- Click on banner to get your favourite language
- Journal article(s) + additional resources (outreach)
- LIGO/Virgo press release
- Publication date

# Additional resources

- Currently on the Virgo public website

→ Reorganization in progress

LIGO e Virgo osservano per la prima volta onde gravitazionali prodotte dalla fusione di due stelle di neutroni. La scoperta segna il primo evento cosmico osservato sia con onde gravitazionali che con la luce e il fiorire dell'astronomia multi-messenger.

Materiale su GW170817 in italiano:

- [foglio informativo su GW170817](#)
- [infografica](#) (file .pdf, 75KB), oppure [infografica](#) (file .png, 2MB)
- [infografica sul astrofisica multimessenger](#)
- [GW170817: osservazione di onde gravitazionali dallo spiraleggiamento di un sistema binario di stelle di neutroni](#) – riassunto dell'articolo scientifico
- [L'alba dell'astrofisica multi-messenger: osservazioni sulla fusione di un sistema binario di buchi neri](#) – riassunto dell'articolo scientifico
- [GW170817 e GRB170817A: onde gravitazionali e raggi gamma dalla fusione di un sistema binario di stelle di neutroni](#) – riassunto dell'articolo scientifico
- [Predire il risultato finale della collisione tra stelle di neutroni che ha prodotto il segnale GW170817](#) – riassunto dell'articolo scientifico
- [comunicato stampa della collaborazione LIGO-Virgo](#)
- [comunicato stampa congiunto di INFN, INAF, ASI](#)
- [infografica sulle stelle di neutroni](#)

Gli articoli scientifici sulla rivelazione di GW170817 e sui risultati ad esso legati sono pubblicati su riviste scientifiche internazionali e sono in inglese. Essi sono disponibili [qui](#).

Di seguito il link ad alcuni video relativi all'evento GW170817:

1. [simulazione della coalescenza del sistema binario di stelle di neutroni GW170817](#)
2. [GW170817: l'ultima danza di una coppia di stelle di neutroni](#)

# Science summaries



## GW170817: Osservazione di onde gravitazionali dallo spiraleggiamento di un sistema binario di stelle di neutroni

Il 17 Agosto 2017, alle 12:41:04 UTC (8:41:04am EDT in Nord America, e 2:41:04pm in Italia) la rete di rivelatori di onde gravitazionali LIGO-Virgo ha registrato un'onda gravitazionale proveniente dallo spiraleggiamento di due oggetti stellari compatti, noti come 'stelle di neutroni'. Questo evento è avvenuto solo tre giorni dopo la prima rivelazione congiunta LIGO-Virgo della fusione di un sistema binario di buchi neri, GW170814. Gli scienziati coinvolti nella ricerca delle onde gravitazionali si aspettavano di osservare onde gravitazionali dalla fusione di sistemi binari di stelle di neutroni, poiché le [stelle di neutroni](#) sono molto comuni nel nostro Universo e perché sistemi binari di stelle di neutroni erano già stati osservati con i radio telescopi. L'esempio più famoso è quello del [sistema binario di Hulse e Taylor](#), scoperto nel 1974. I radioastronomi hanno continuato a studiare la sua orbita per ormai 40 anni, mostrando che le due stelle stanno lentamente spiraleggiando l'una verso l'altra. Infatti, fra 300 milioni di anni circa, le stelle del sistema binario di Hulse e Taylor si fonderanno assieme, creando un segnale simile a quello che le collaborazioni LIGO e Virgo hanno appena osservato per GW170817. La rete di rivelatori era nella sua seconda presa dati (chiamata O2): i due rivelatori LIGO avevano iniziato la presa dati il 30 novembre 2016, mentre Virgo si è aggiunto il 1 agosto 2017. Più rivelatori permettono agli astronomi gravitazionali di misurare precisamente il punto nel cielo di provenienza del segnale. Più rivelatori ci sono, migliore sarà la localizzazione della sorgente nel cielo. Per questo evento, la localizzazione indicava una regione allungata (chiamata ellisse d'incertezza) larga circa 2 gradi e lunga 15, coprendo quindi un'area totale di circa 28 gradi quadrati (per confronto, queste sono circa le stesse dimensioni e forma di una banana vista alla distanza di un braccio). La zona del cielo è nella costellazione dell'Irida, centrata vicino alla stella [Psi Hydrae](#) visibile ad occhio nudo.

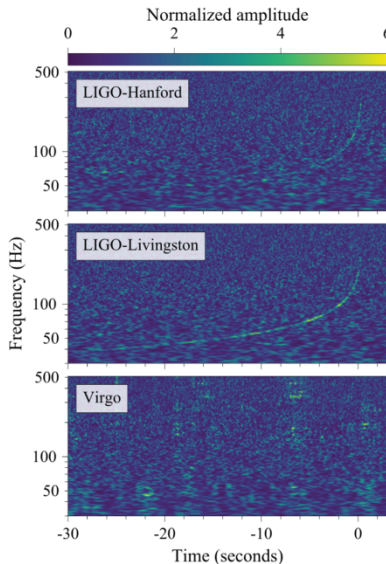


Figura 1: Queste figure mostrano gli spettrogrammi del segnale GW170817 per ciascuno dei rivelatori LIGO e per il rivelatore Virgo. Il tempo scorre sull'asse orizzontale mentre le frequenze sull'asse verticale. Il segnale di 'chirp' della binaria inizia in basso a sinistra e poi si impenna verso l'alto molto rapidamente verso destra. Il disturbo 'glitch' presente nei dati di LIGO-Livingston è stato mitigato e non si vede qui.

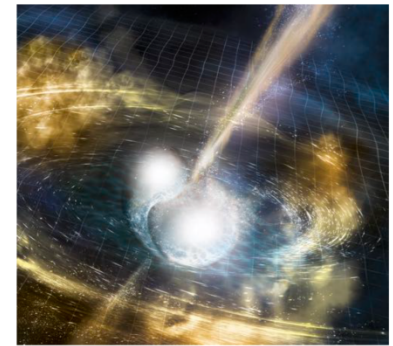
### Altre rivelazioni: Astronomia "multimessenger"

Solo 1.7 secondi dopo che la rete di rivelatori aveva rivelato il segnale gravitazionale, un impulso di raggi gamma (GRB, dall'inglese gamma-ray burst) noto come GRB170817A è stato rivelato da [Fermi-GBM](#). Segnali forti come GW170817 o GRB170817A sono spesso chiamati 'trigger' (in inglese, grilletto) poiché determinano l'inizio di altre ricerche astronomiche. Nel caso di questo evento, i trigger dell'onda gravitazionale e dei raggi gamma hanno generato un messaggio d'allerta che è stato mandato alla comunità astronomica, generando una campagna di ricerca che ha prodotto molte osservazioni di un'emissione luminosa morente proveniente dall'evento, vicino la galassia [NGC 4993](#). Per maggiori dettagli sulla campagna osservativa "multimessenger", che usa sia la luce che onde gravitazionali, si consiglia di leggere il riassunto scientifico relativo.



## L'alba dell'astrofisica multimessenger: osservazioni della fusione di un sistema binario di stelle di neutroni

Il 17 agosto 2017 astronomi di tutto il mondo sono stati allertati della osservazione di onde gravitazionali da parte dei rivelatori [Advanced LIGO](#) e [Advanced Virgo](#). Questo evento gravitazionale, ora noto come GW170817, sembrava essere il risultato della fusione di due stelle di neutroni. Meno di due secondi dopo il segnale GW170817, il satellite Fermi della NASA ha osservato un lampo di raggi gamma, ora noto come GRB170817A. Entro pochi minuti da queste rivelazioni iniziali, telescopi di tutto il mondo hanno iniziato un'estesa campagna osservativa. Il telescopio Swope in Cile è stato il primo a riferire di una sorgente ottica brillante (SSS17a) nella galassia NGC 4993. Diversi altri gruppi hanno indipendentemente rivelato lo stesso transiente nel giro dei minuti e delle ore successivi. Per diverse settimane dopo la scoperta gli astronomi hanno osservato questa regione di cielo con strumenti sensibili in diverse parti dello spettro elettromagnetico. Queste osservazioni forniscono una visione globale su questo evento catastrofico a partire da ~100 secondi prima della fusione fino a diverse settimane dopo. Tali osservazioni supportano l'ipotesi che due stelle di neutroni si siano fuse in NGC 4993 producendo onde gravitazionali, un breve lampo di raggi gamma e una kilonova. GW170817 segna una nuova era della astronomia multimessenger, in cui lo stesso evento viene osservato sia con onde gravitazionali che con onde elettromagnetiche.



Rappresentazione artistica della fusione di due stelle di neutroni. I sottili fasci rappresentano il lampo di raggi gamma mentre la griglia ondulata dello spazio-tempo indica le onde gravitazionali isotrope che caratterizzano la fusione. Nubi vorticosi di materiale che emesso dalla fusione delle stelle sono una possibile sorgente della luce che è stata vista a più basse energie. (Image credit: Aurere Simonnet/Sonoma State University/LIGO Scientific Collaboration)

### INTRODUZIONE

L'idea di una stella di neutroni (NS, dall'inglese Neutron Star) fu avanzata per la prima volta più di 80 anni fa, nel 1934. Ci vollero altri 33 anni prima che venissero osservate. Nel 1967 si determinò che l'emissione di raggi X da [Scorpius X-1](#) era dovuta ad una NS e successivamente, nel corso dello stesso anno, fu scoperta la prima [radio pulsar](#). Da allora sono stati scoperti diversi sistemi binari di stelle di neutroni (BNS, dall'inglese Binary Neutron Star), tra cui il [sistema binario di Hulse-Taylor](#), una BNS in cui una delle stelle di neutroni è una pulsar. I BNS hanno permesso di sottoporre la [Relatività Generale](#) a importanti test osservativi tra cui la prima chiara evidenza dell'esistenza delle [onde gravitazionali](#) (GW, dall'inglese Gravitational Waves). Sin dagli inizi di LIGO e Virgo, le fusioni di BNS sono state considerate un obiettivo primario delle osservazioni di onde gravitazionali.

A metà degli anni 60 i [lampi di raggi gamma](#) (GRB, dall'inglese Gamma Ray Burst) sono stati scoperti dai satelliti Vela, e successivamente confermati essere di origine cosmica. Da allora scoprire le sorgenti dei GRB è stata una delle principali sfide dell'astrofisica delle alte energie. L'idea che i GRB possano essere legati a fusioni di stelle di neutroni è stata avanzata molto presto. Nel 2005 c'è stato un grande avanzamento, quando un lampo gamma di breve durata (sGRB, dall'inglese short Gamma Ray Burst) è stato localizzato nella sua galassia ospite e successivamente si sono potuti osservare bagliori (in inglese afterglow) a diverse lunghezze d'onda (raggi X, ottico, radio). Queste osservazioni fatte a diverse lunghezze d'onda hanno fornito evidenza che gli sGRB possano essere associati alle fusioni di BNS o alla fusione di una stella di neutroni con un buco nero.

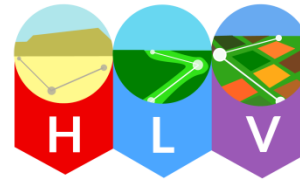



# Infographics


## GW170817

### Coalescenza di un sistema binario di stelle di neutroni

Rilevazione di un'onda gravitazionale da parte di LIGO e Virgo, con associati eventi elettromagnetici rilevati da oltre 70 osservatori.



 Distanza  
130 milioni  
di anni luce

 Scoperta il  
17 Agosto 2017

 Tipo  
Coalescenza tra due  
stelle di neutroni



**12:41:04 UTC**

Viene rilevata un'onda gravitazionale dalla coalescenza di un sistema binario di stelle di neutroni.

#### Osservazione di un'onda gravitazionale

Due stelle di neutroni, ciascuna delle quali delle dimensioni di una città, ma con una massa almeno pari a quella del Sole, si sono scontrate.

#### lampo gamma

Un lampo gamma corto è un intenso raggio di radiazioni gamma, prodotto immediatamente dopo la coalescenza.

**+2 secondi**

Osservazione di un lampo gamma.



GW170817 ci permette di misurare per la prima volta in modo diretto la velocità di espansione dell'Universo usando le onde gravitazionali.



Rilevare onde gravitazionali da una coalescenza di stelle di neutroni ci consente di indagare più a fondo sulla struttura di questi strani oggetti.



Queste rilevazioni coincidenti ci confermano che le coalescenze di stelle di neutroni possono produrre lampi gamma corti.



L'osservazione di una kilonova ci permette di dimostrare che le coalescenze di stelle di neutroni potrebbero essere responsabili per la produzione della maggior parte degli elementi pesanti nell'Universo, come l'oro.



Osservare contemporaneamente onde gravitazionali ed elettromagnetiche generate dallo stesso evento è una prova molto convincente che le onde gravitazionali viaggiano alla velocità della luce.

#### kilonova

Il decadimento di materia ricca di neutroni genera una kilonova luminosa, producendo metalli pesanti come oro e platino.

#### residuo radio

Allontanandosi dalla coalescenza, i residui producono un'onda d'urto nel mezzo interstellare, cioè la materia rarefatta tra le stelle. Questo produce emissioni che possono durare per anni.

**+10 ore e 52 minuti**

Una nuova e brillante sorgente di luce visibile viene osservata in una galassia nota come NGC 4993, nella costellazione dell'Idra.

**+11 ore e 36 minuti**

Osservazione di radiazione infrarossa.

**+15 ore**

Osservazione di intensa radiazione ultravioletta

**+9 giorni**

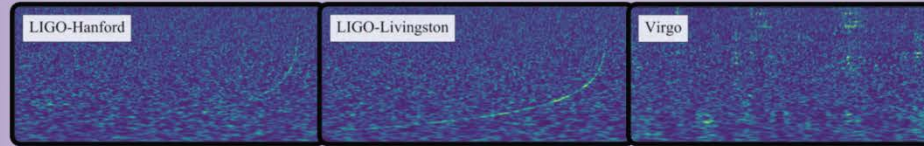
Osservazione di raggi X

**+16 giorni**

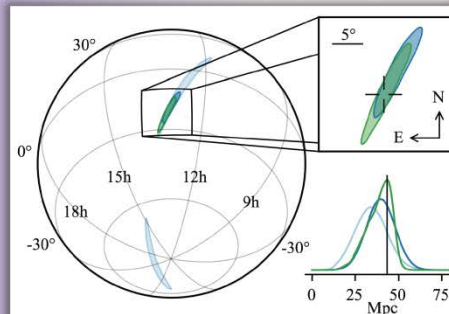
Osservazione di onde radio

# Factsheet

## SCHEDA INFORMATIVA GW170817



osservato da	H, L, V	durata dedotta considerando da 30 Hz a 2048 Hz**	~ 60 s
tipo di sorgente	binaria di stelle di neutroni (NS)	# di cicli dedotti considerando da 30 Hz a 2048 Hz**	~ 3000
data	17 agosto 2017	latenza allerta iniziale agli astronomi*	27 minuti
tempo della fusione	12:41:04 UTC	latenza allerta con mappa del cielo HLV*	5 ore e 14 minuti
rapporto segnale-rumore	32.4	area di cielo HLV†	28 gradi <sup>2</sup>
frequenza di falso allarme	< 1 ogni 80 000 anni	# di osservazioni EM a seguito dell'allerta	~ 70
distanza	tra 85 e 160 milioni di anni luce	osservata anche	raggi gamma, raggi X, ultravioletto, ottico, infrarosso, radio
massa totale	da 2.73 a 3.29 $M_{\odot}$	galassia ospite	NGC 4993
massa della NS primaria	da 1.36 a 2.26 $M_{\odot}$	ascensione retta, declinazione	13 <sup>h</sup> 09 <sup>m</sup> 48 <sup>s</sup> , 23°22'53"
massa della NS secondaria	da 0.86 a 1.36 $M_{\odot}$	posizione nel cielo	costellazione Idra
rapporto di massa	da 0.4 a 1.0	angolo di vista (con e senza identificazione della galassia ospite)	≤ 56° e ≤ 28°
energia irradiata in GW	> 0.025 $M_{\odot}c^2$	costante di Hubble derivata usando identificazione della galassia ospite	da 62 a 107 km s <sup>-1</sup> Mpc <sup>-1</sup>
raggio di una NS di 1.4 $M_{\odot}$	probabilmente ≤ 14 km		
parametro effettivo di spin	da -0.01 a 0.17		
parametro effettivo della precessione di spin	indeterminato		
deviazione dalla velocità delle GW rispetto alla velocità della luce	< alcune parti in 10 <sup>15</sup>		



Immagini: tracce tempo frequenza (sopra), mappa del cielo (sinistra, HL = azzurro, HLV = blu scuro, HLV migliorato = verde, localizzazione della sorgente = croce)

GW=onda gravitazionale (Gravitational Wave),  
am=attometro= $10^{-18}$  m,  $M_{\odot}$ =1 massa solare = $2 \times 10^{30}$  kg,  
L/H=LIGO Livingston/Hanford, V=Virgo

gli intervalli dei parametri sono intervalli di credibilità al 90%.

\*riferito al tempo della fusione

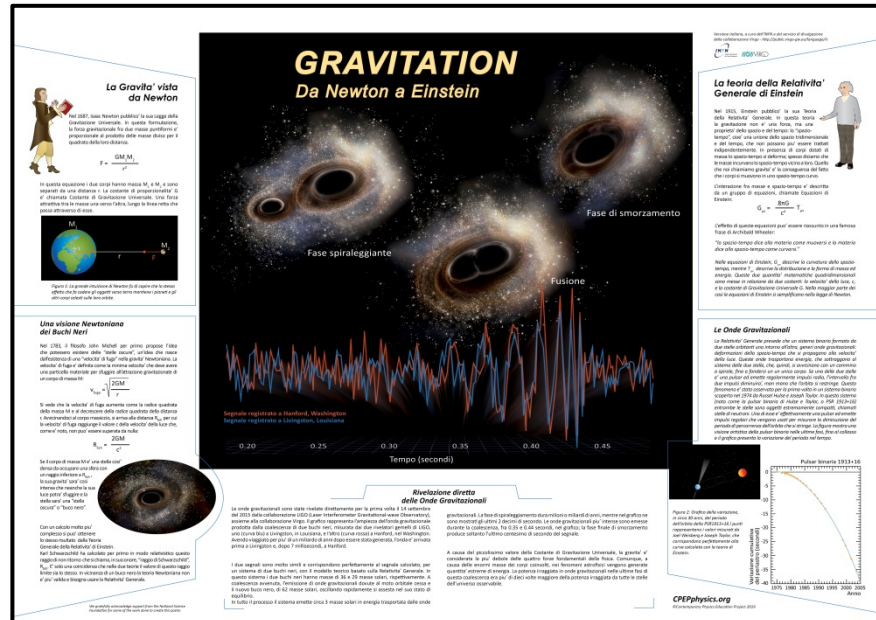
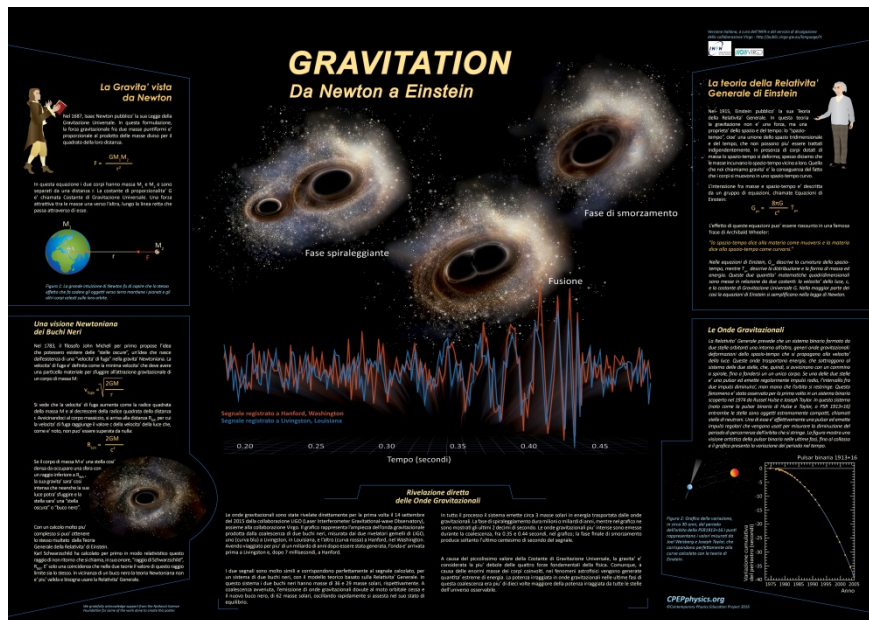
\*\*stima di massima verosimiglianza

† regione di credibilità al 90%



# CPEP poster

- <http://www.cpepphysics.org/gravitation-chart-versions.html>
  - Translated from the original English version created by LIGO-Virgo
  - Now available: French, **Italian**, Polish, Spanish
  - **Two backgrounds:** black (CPEP layout) or white (easier to print)

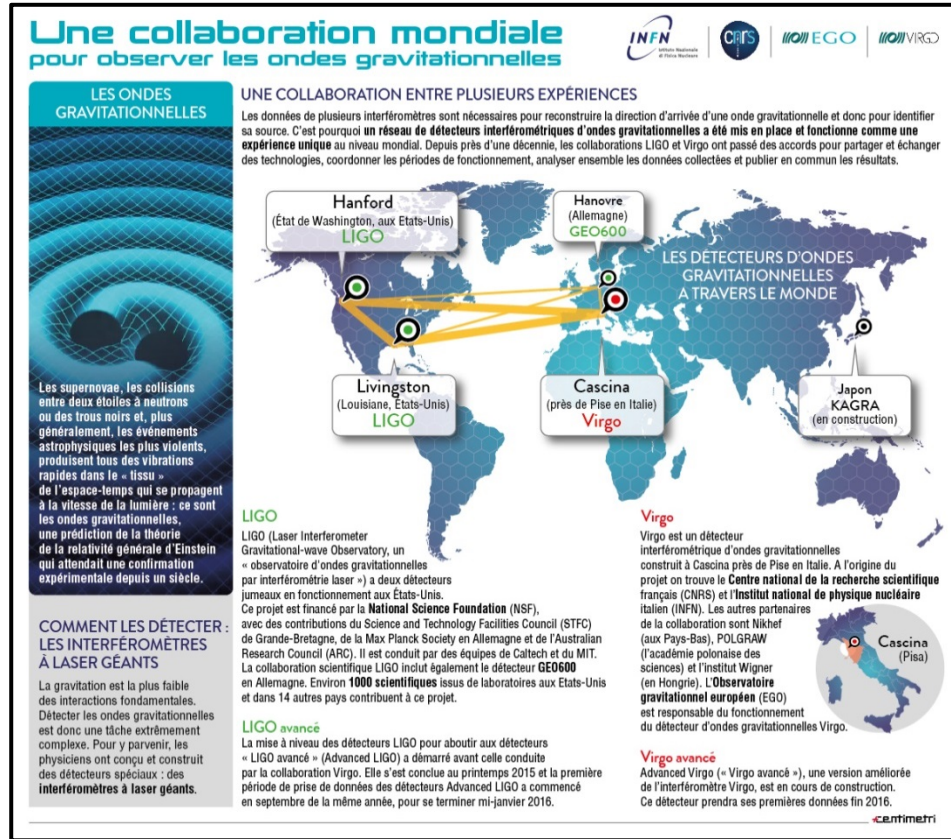
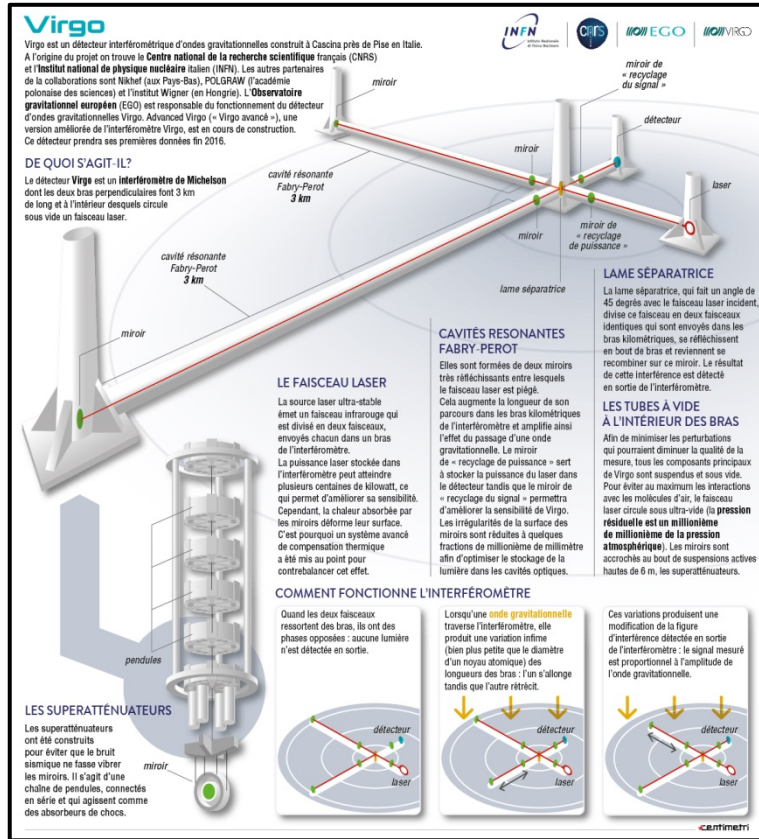


# Pictures & movies

- YouTube channels
  - EGO-Virgo: [https://www.youtube.com/channel/UC9fOnLvIhTeH\\_9enVLehhNQ](https://www.youtube.com/channel/UC9fOnLvIhTeH_9enVLehhNQ)
  - LIGO-Virgo: <https://www.youtube.com/LIGOVirgo>
- Visit by drone: <https://www.youtube.com/watch?v=mgjflMsI7qk&feature=youtu.be>
- Image galleries on the public website
  - <http://public.virgo-gw.eu/language/it>
- Various image banks
  - Example: CNRS Images in France
- Movies made by external media
  - [Motherboard Italia](#)
  - Rai
  - Etc.

# Virgo-specific resources

- **Infographics** prepared by **INFN** for first detection announcement
  - February 11, 2016



- **Too bad they cannot be updated!**
- Source files not owned by INFN



# Virgo specific resources

## • Timelines

- Contents available, **graphics designer needed** to improve the layout

### VIRGO

- 1985: Alain Brillet (CNRS, Francia) e Adalberto Giazotto (INFN, Italia) iniziano a collaborare
- 1989: La prima proposta di Virgo è presentata
- 1994: Progetto approvato da CNRS and INFN
- 1996: Comincia la costruzione sul sito

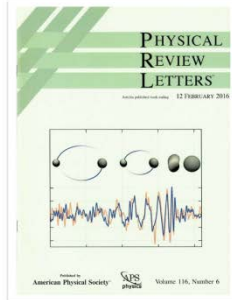


Visione aerea del sito vicino a Cascina (Pisa)



Sinistra: A. Brillet, destra: A. Giazotto

- Dicembre 2001: Creazione a Cascina dell'European Gravitational Observatory da parte del CNRS e dell'INFN
- 2003: Fine della costruzione di Virgo ed inaugurazione
- 2006: (formalmente nel 2007) L'Olanda (Istituto Nikhef) si unisce alla Collaborazione Virgo – poi seguito da Polonia (IMPAN), Ungheria (Istituto Wigner) e Spagna (Università di Valencia)



Cover of the Gravitational Waves detection paper published on February 12, 2016

- Maggio 2007: Firma del Memorandum of Understanding LIGO-Virgo su scambio completo dei dati, analisi dati congiunta e pubblicazioni comuni
- 2007-2011: Periodi di presa dati per il rivelatore Virgo
- 2011-2016: Programma pluriennale di miglioramenti che portano Virgo prima a diventare Virgo+ e poi Advanced Virgo
- 2015: Prima rivelazione di Onde Gravitazionali da parte di LIGO e Virgo
- 2016-2017: Messa in opera di Advanced Virgo
- Agosto 2017: Presa dati congiunta Virgo-LIGO
- Autunno 2017: Pubblicazione della prima rivelazione di onde gravitazionali con l'uso anche dei dati di Advanced Virgo

Last update: 27 September, 2017



### ADVANCED VIRGO

- Ottobre 2007: Il progetto iniziale di Advanced Virgo è completato
- Novembre 2008-Maggio 2009: Progetto revisionato da un comitato internazionale
- Dicembre 2009: Il progetto Advanced Virgo è approvato dalle agenzie finanziatrici
- Ottobre 2011: Inizia la disinstallazione di Virgo



Fisici lavorando ad un banco ottico sospeso (Photo: © Cyril FRESILLON/Virgo/CNRS Photothèque)

- Aprile 2012: Il progetto finale di Advanced Virgo è completato
- Agosto 2016: Fine della fase di integrazione: Advanced Virgo interamente sotto vuoto
- Febbraio 2017: Cerimonia di inaugurazione di Advanced Virgo
- Agosto 2017: Virgo si unisce a LIGO per una presa dati di quattro settimane
- Autunno 2017: Annuncio della prima rivelazione di onde gravitazionali con i tre strumenti

Braccio sinistro dell'interferometro Virgo (Photo: © Cyril FRESILLON/Virgo/CNRS Photothèque)

Last update: 27 September, 2017



### Advanced Virgo: gli ultimi 12 mesi in dettaglio

- 2016 Agosto: Fine della fase di integrazione: Advanced Virgo interamente sotto vuoto
- Novembre: Il rivelatore completo è pronto ad essere messo in opera
- Dicembre: Controllo del rivelatore con cavità di ricircolo della potenza; l'interferometro di Michelson è controllato a mezza frangia.
- 2017 Febbraio: Inaugurazione di Advanced Virgo, l'intero interferometro è controllato per 15 minuti
- Marzo: Un'ora di funzionamento stabile di tutto il rivelatore
- Aprile: Il rivelatore funziona nella configurazione finale
- Maggio-Luglio: Miglioramenti delle prestazioni del controllo e della sensibilità, campagna di riduzione del rumore
- Luglio: Advanced Virgo batte in sensibilità la miglior prestazione raggiunta dalla prima generazione di Virgo
- Agosto: Advanced Virgo si unisce a LIGO per una presa dati di quattro settimane
- Autunno 2017: Pubblicazione della prima rivelazione di onde gravitazionali con l'uso anche dei dati di Advanced Virgo



Specchio di Advanced Virgo (Photo: Genrico sacchetti, [www.es-photography.com](http://www.es-photography.com))

Last update: 27 September, 2017



# Virgo specific resources

- **Press kit** prepared for the first detections: <http://public.virgo-gw.eu/kit-per-la-stampa>
  - **Currently on the public website**
  - Document « 20 Domande su Virgo e le onde gravitazionali » updated since then  
→ Not online yet
- A more global open issue: **how to find the right balance between contents and the need to maintain them up-to-date – and in many different languages?**
  - Advices and experience welcome



# Resources for exhibitions

- **Virgo payloads**
  - One on site, one at LAL-Orsay (permanent exhibit), one available for exhibitions



- **Mini-interferometers**
  - One on site for visits, others available for exhibitions

# Main missing resources

- Infographics & timelines

- Virgo, Advanced Virgo, detections

→ Lack of graphics designer

- Most resources produced by LIGO

- Sometimes hard to make them 'LIGO-Virgo'

- Goodies

- Mugs, t-shirts, pen sticks, etc. to be sold
- Smaller / cheaper items to be given for free to visitors
  - Not sure how to proceed on the legal side
- LIGO already does that: <https://www.cafepress.com/ligosc>