

# L'évènement GW170817

et la nouvelle ère des astronomies gravitationnelle et électromagnétique combinées

---

*Observé le 17 août 2017 (rendu public le 16 octobre 2017)*

*Présenté par Geoffrey Compère, ULB*



# Astronomie électromagnétique

Maxwell, 1864



Télescope



Galilée, 1609



# Astronomie gravitationnelle

Einstein, 1915



Interféromètre



LIGO, le 14/09/2015



LIGO  
Scientific  
Collaboration  
collepolciou

Quelque part dans l'univers,  
il y a bien longtemps, ...

Dans la galaxie NGC 4993,  
il y a 130 millions d'années, ...



# GW170817

Fusion de deux étoiles à neutrons (initialement séparées de 300 km)

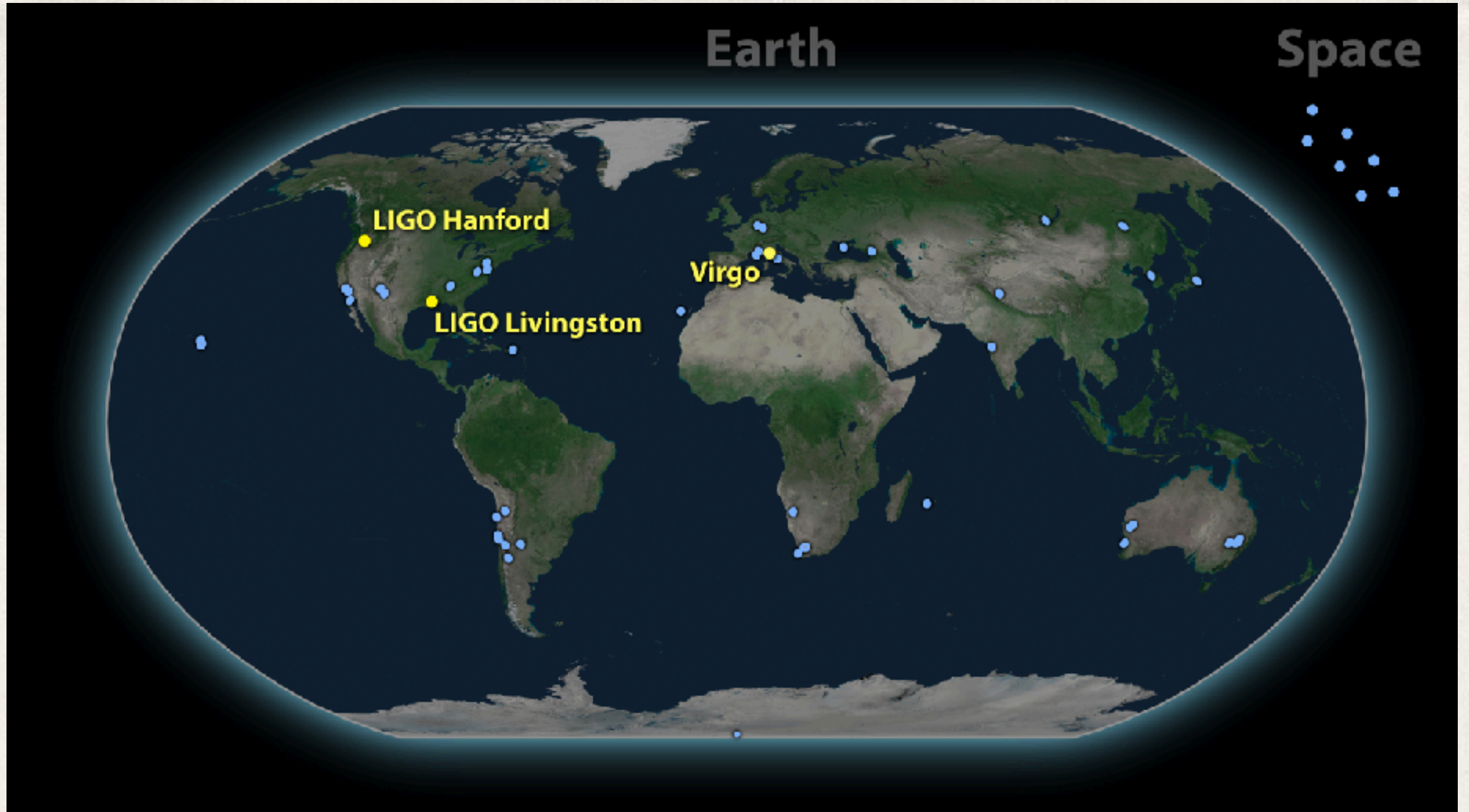
---

*Observé sur Terre, du 17 août au 26 août 2017*



Earth

Space



# Les 3 observatoires d'ondes gravitationnelles

Advanced LIGO opérationnel depuis le 12 septembre 2015. Première détection le 14 septembre 2015.

1200 scientifiques impliqués dont 2 à l'ULB.





# Observatoire Virgo

Pise, Italie

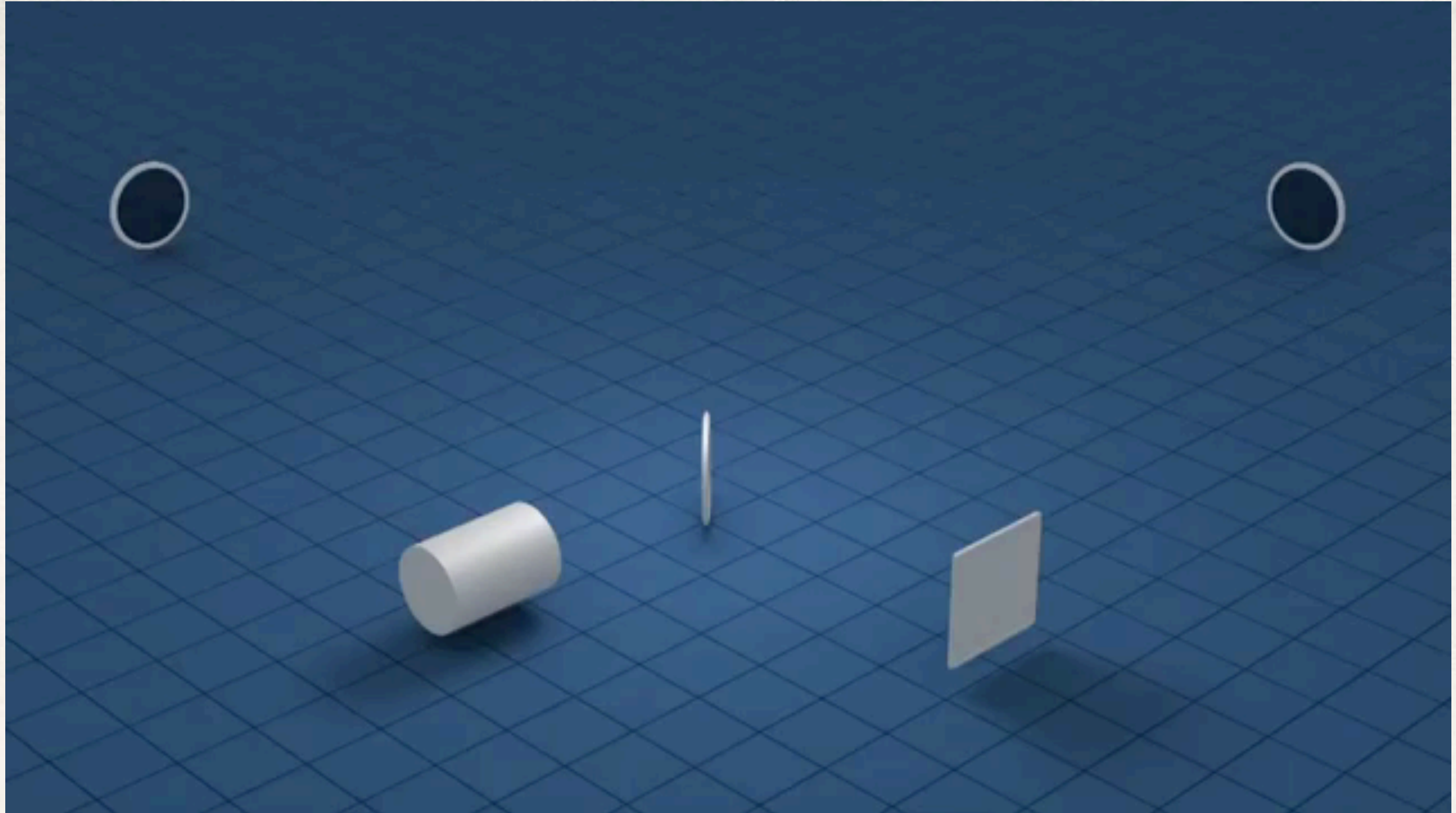
*Opérationnel depuis le 1 Août 2017. 240 physiciens et ingénieurs.*

---

*Le 14 août : 4ème observation de fusion de trous noirs*

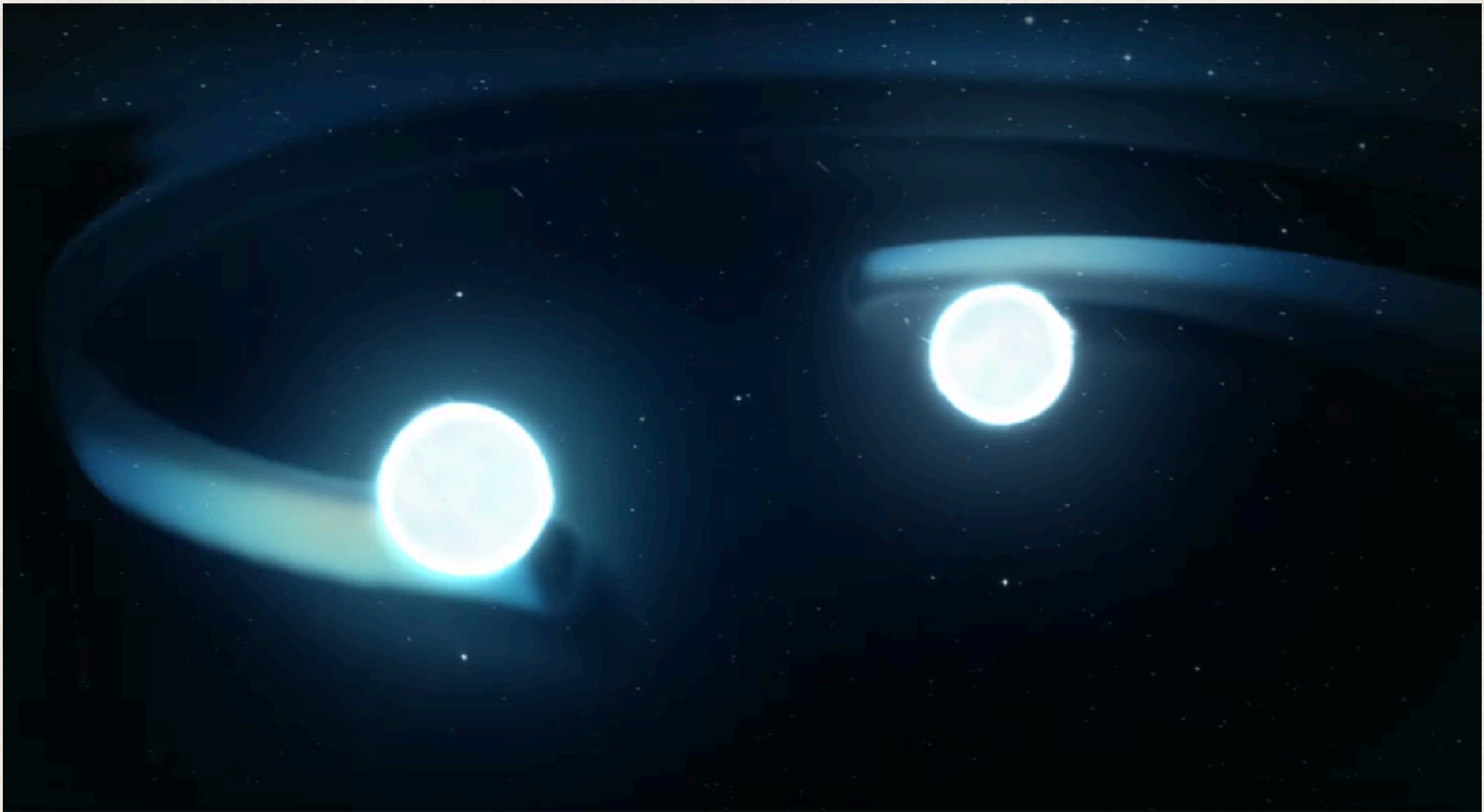
*Le 17 août: 1ère observation de fusion d'étoiles à neutrons*





Fonctionnement d'un observatoire  
gravitationnel (interféromètre)

---



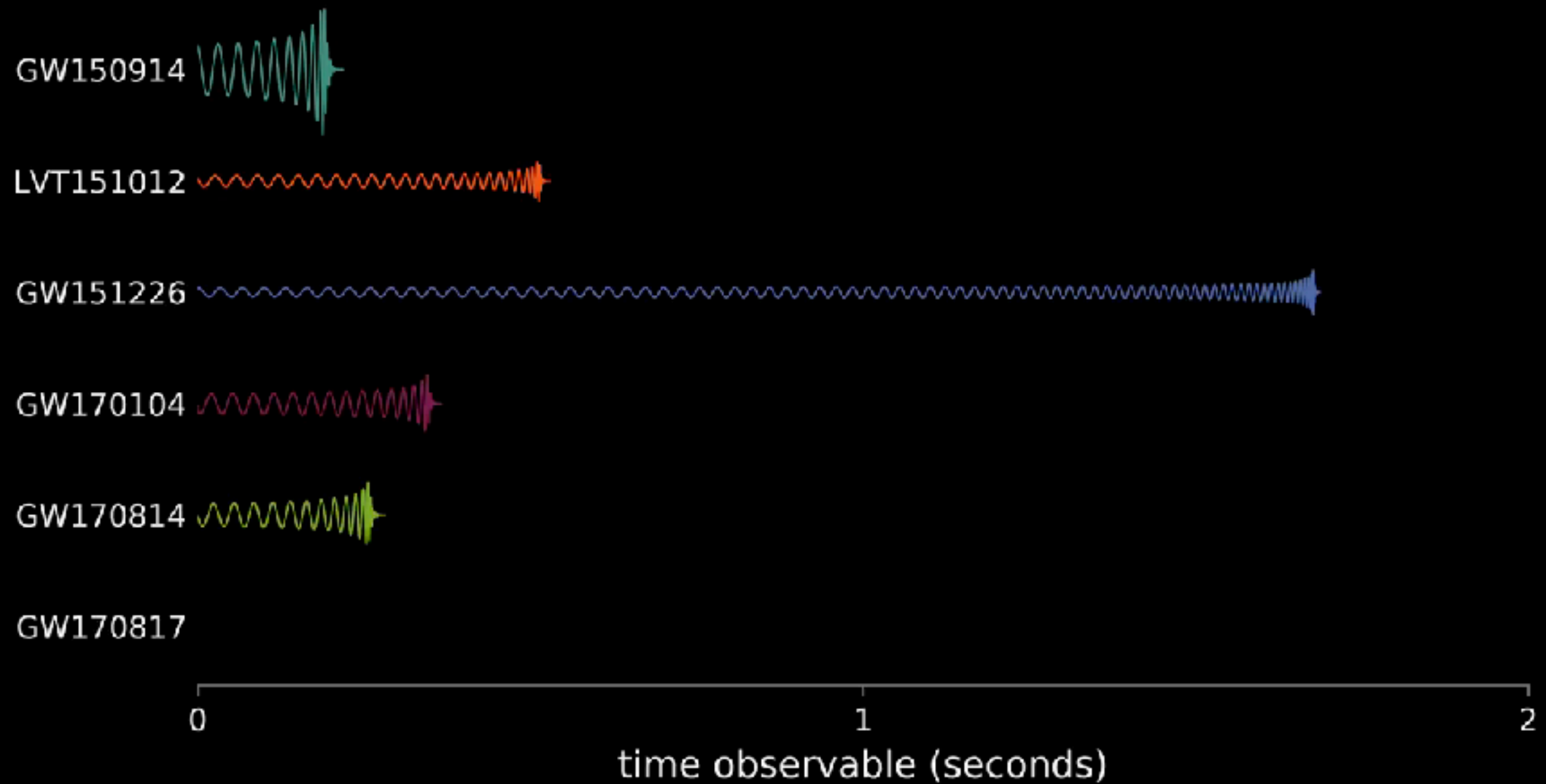
# Détection d'ondes gravitationnelles

Virgo, LIGO at Livingston (+22ms), LIGO at Hanford (+25ms)

---

*Observé le 17 août 2017 pendant environ 60 secondes de la phase de spirale (à partir d'un éloignement de 300km) à la fusion*

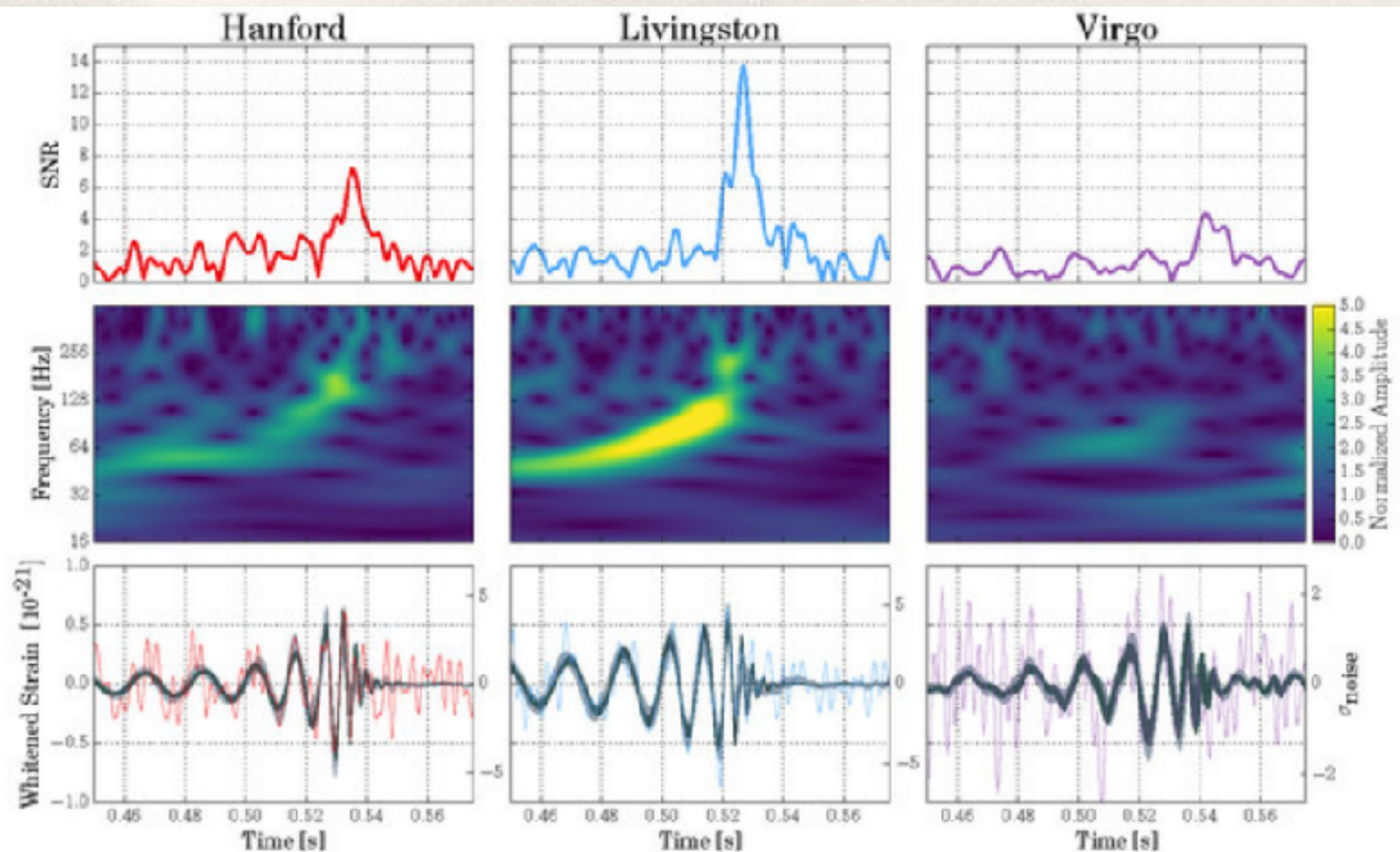




LIGO/University of Oregon/Ben Farr

Durée du signal observé: contraste entre  
fusion de trous noirs et d'étoiles à neutrons

---

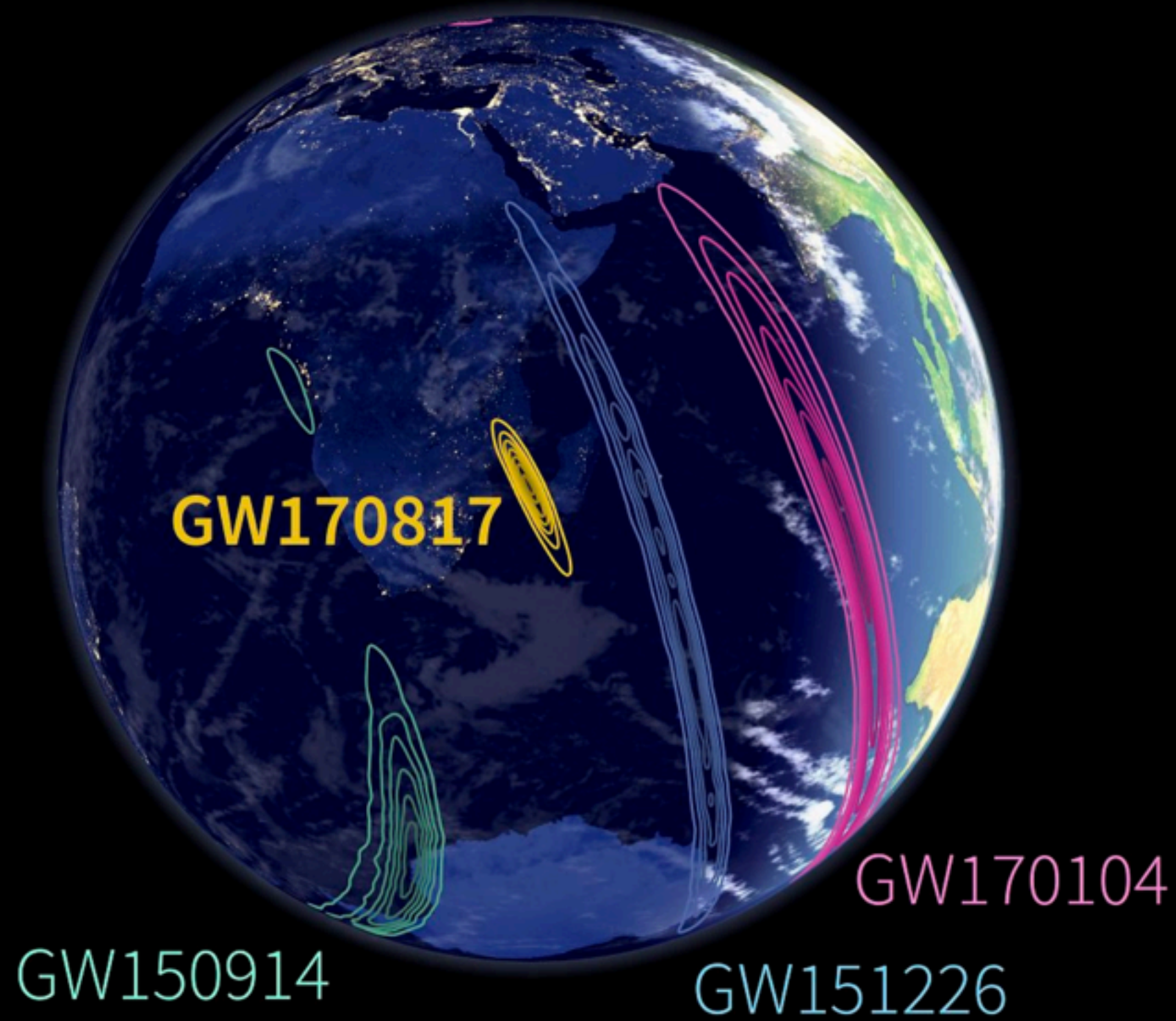


# Le signal est consistant avec la théorie d'Einstein

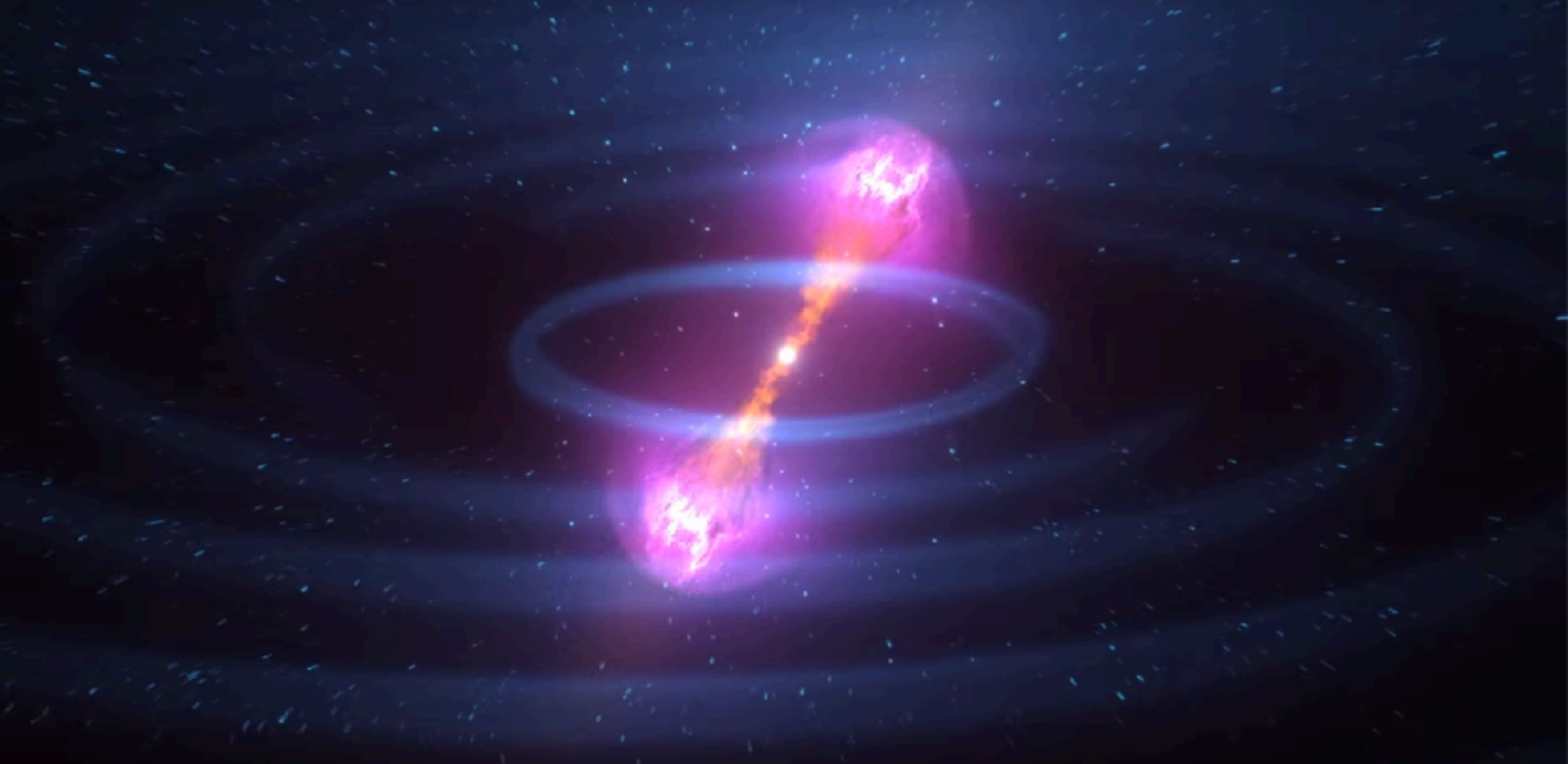
*Le travail théorique requis: de nombreuses générations de physiciens, ~100 ans de développements;*

*Le travail expérimental: 700+ physiciens et ingénieurs, ~30 ans de développements;*





Credit: LIGO/Virgo/NASA/Leo Singer



# Détection de sursaut gamma

Signal annoncé par le Fermi-Gamma Ray Burst Monitor (Fermi-GBM)

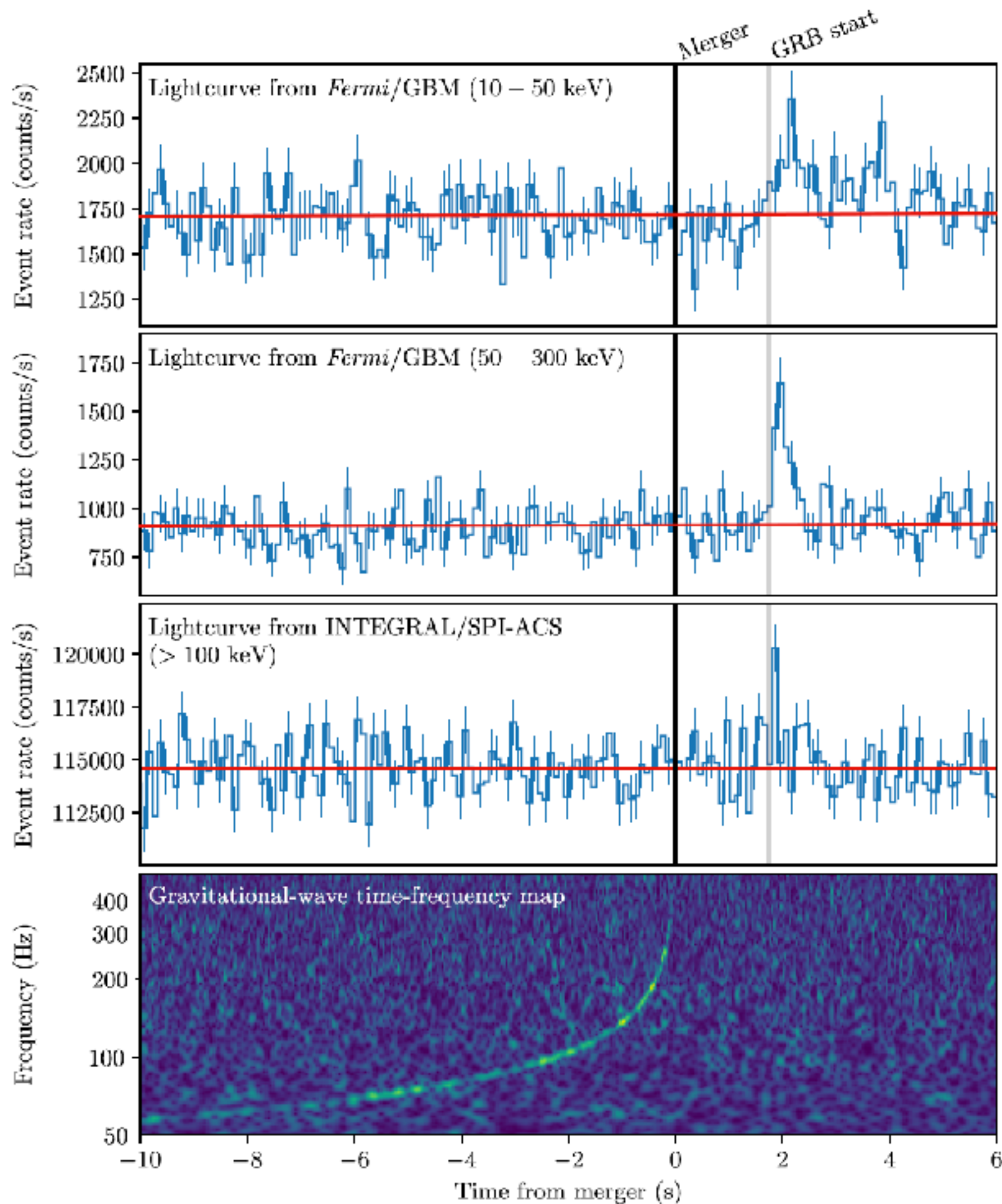
Détection par l'International Gamma-Ray Astrophysics Laboratory (INTEGRAL)

---

*Signal observé 1,7 secondes après la détection de LIGO - Virgo.*

*Probabilité de signal non-corrélé avec LIGO - Virgo:  $5.0 \times 10^{-8} (5.3\sigma)$*



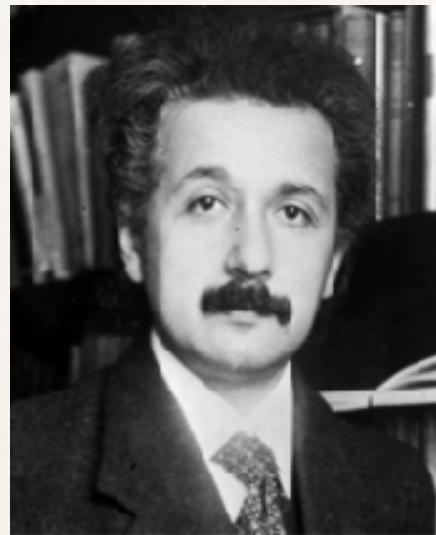


# Conséquences en physique fondamentale:

## 1. Mesure de la vitesse des ondes gravitationnelles

Théorie:

$$c_{gw} = c$$



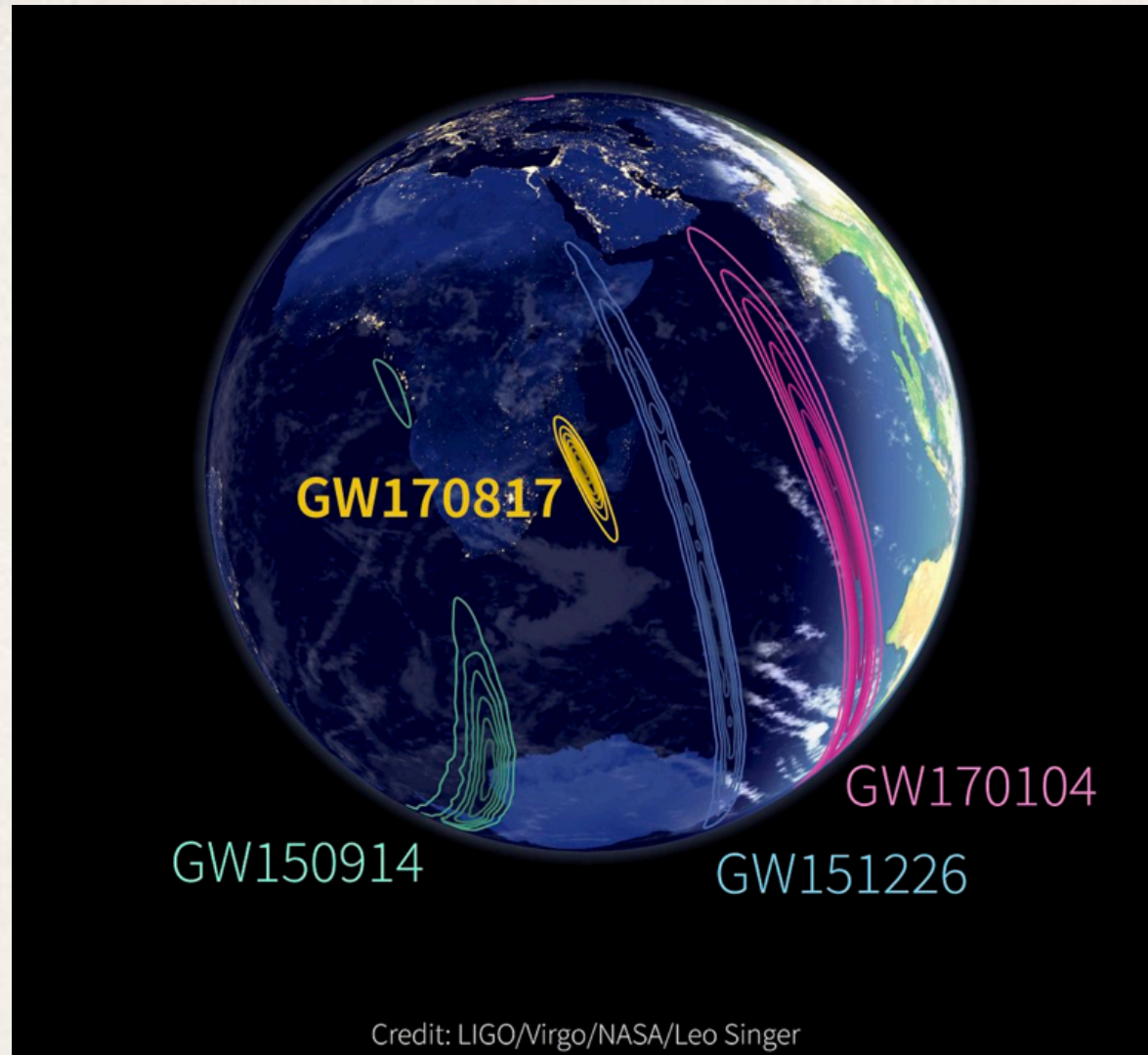
Einstein, 1915

Observation:

$$-3 \times 10^{-15} < \frac{c_{gw}}{c} - 1 < 7 \times 10^{-16}$$







# Localisation de la source du signal dans la galaxie NGC 4993

LIGO-Virgo + Fermi / INTEGRAL + Equipe 1M2H (bande optique)

*11h après la fusion*

# Conséquences en physique fondamentale:

## 2. Nouvelle mesure de la constante de Hubble



Hubble, 1929



Lemaitre, 1927

$$H_0 = 70.0^{+12.0}_{-8.0} \frac{km}{sec \times Mpc}$$

[Nature, le 16 Octobre 2017]

---

$$\text{vitesse de récession} = H_0 \times \text{distance}$$



# L'ère de l'astronomie gravitationnelle combinée à l'astronomie électromagnétique a commencé.

## Ces nouvelles méthodes d'observation promettent de grandes découvertes en physique fondamentale!

---

