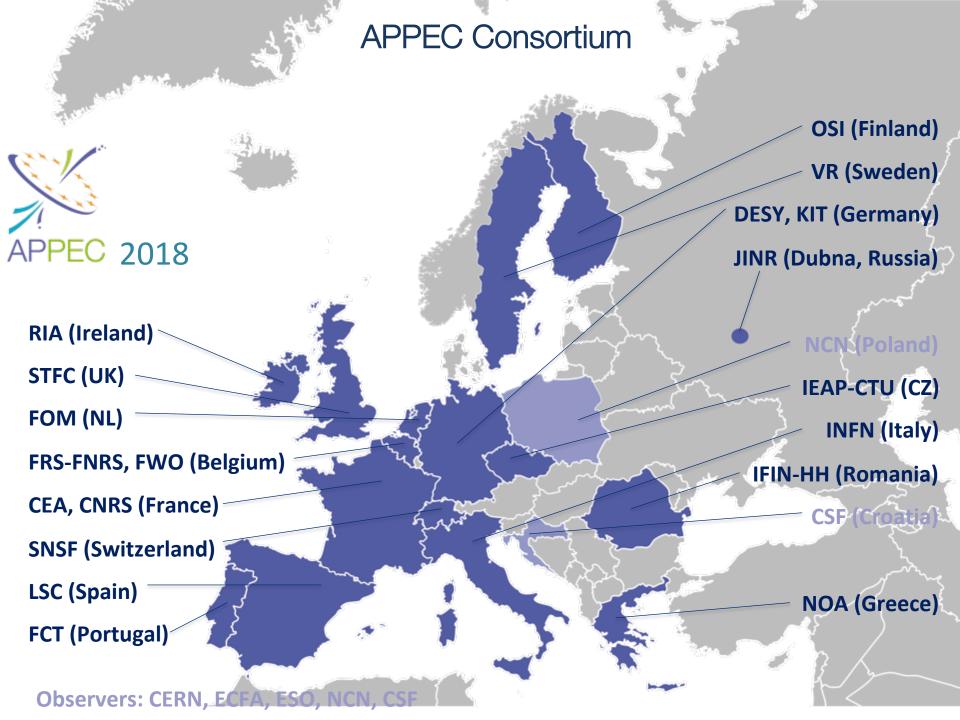




### Gender in Physics Day

Welcome

S.Katsanevas
Director of
European Gravitational Observatory
and
Head of functional centre of APPEC





## Astroparticle Physics European Consortium



#### **General Assembly**

Stavros Katsanevas 2012 - 2014

Frank Linde 2015 – 2016

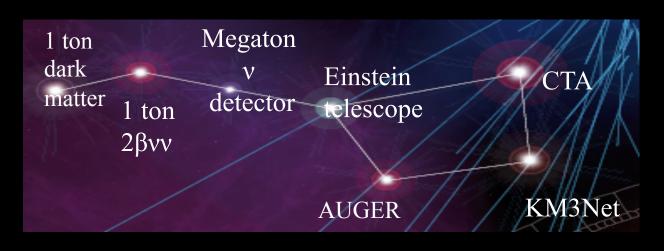
Antonio Masiero 2017 –

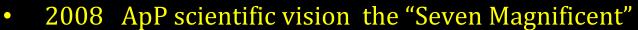
#### Joint Secretariat

Thomas Berghöfer 2012 – 2016

Job de Kleuver 2017 -

# European Astroparticle Physics Roadmaps The last 10 years





- An attempt to define the field, no priorities
- A "hidden" message
- 2011 The first APPEC priority roadmap (3 categories):
  - I. Complete the upgrades:
    - ✓ Adv. Gravitational Wave antennas (Virgo),
    - ✓ Underground science (Ton scale DM and vless2 $\beta$ )
  - II. Prepare construction of large CR infrastructures
    - ✓ CTA, KM3Net/IceCube, AUGER upgrade
  - III. Global coordination for very large projects:
    - ✓ Large neutrino detectors, Dark Energy and CMB



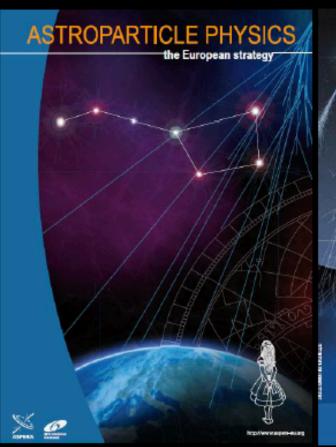
From the Nature article

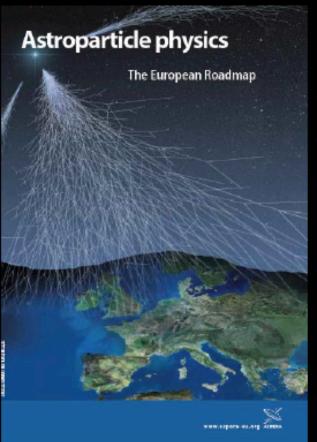


## **APPEC:** roadmapping

2008 2011



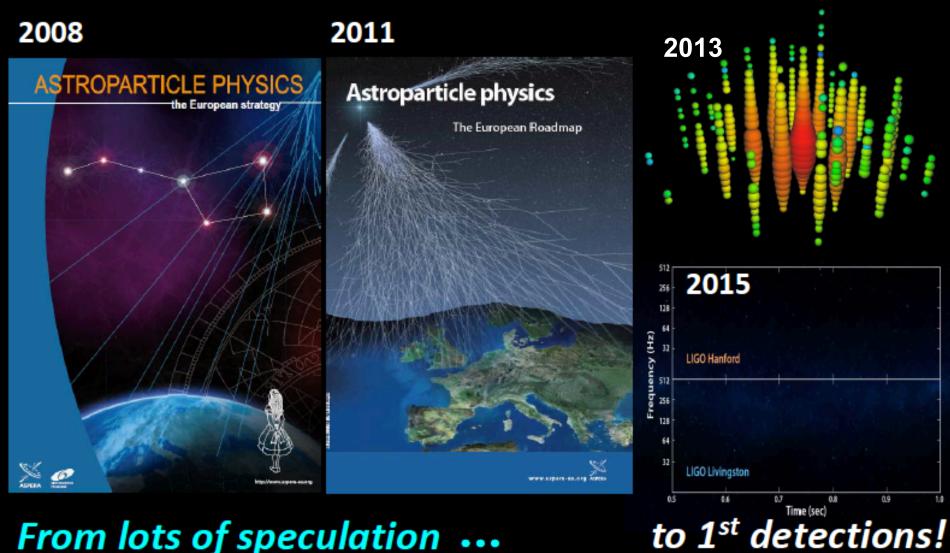




HE gammas
HE neutrinos
HE cosmic rays
Gravitational waves
Dark Matter
v-mass
v-mixing & p-decay

In 2008: still lots of speculation ...

## **APPEC:** roadmapping



From lots of speculation

## **APPEC:** roadmapping

2017 2008 2011 ASTROPARTICLE PHYSICS Astroparticle physics European Astroparticle the European strategy **Physics Strategy** The European Roadmap APPEC 2017-2026

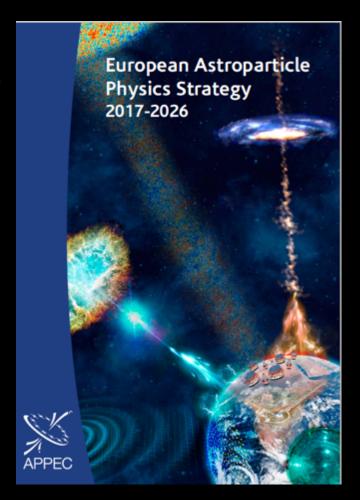
Will be presented on the 9th of January in Brussels

# The two major challenges of the present era for Astroparticle Physics and Cosmology

I. The Cosmic structures from the CMB to the present provides comparable constraints to the standard models of cosmology (inflation, dark energy) and particle physics (neutrino, dark matter?).

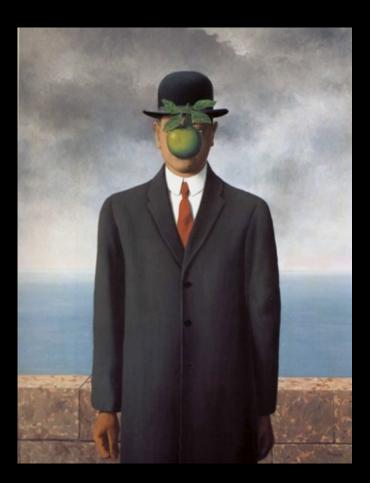
The "hidden part" of the Universe

I. Multi-messenger astronomy involving photons of all frequencies, gravitational waves, neutrinos and high-energy charged particles provides a deeper understanding of violent phenomena regulating structure formation in the Universe as well as eventually hints for new laws of physics.



The "violent part" of the Universe

### The hidden part



« Toute chose ne saurait exister sans son mystère. C'est d'ailleurs le propre de l'esprit que de savoir qu'il y a le mystère. (...) Une pomme, par exemple, fait poser des questions. (...) Dans un tableau récent, j'ai montré une pomme devant le visage d'un personnage. (...) Du moins, elle lui cache le visage en partie. Eh bien là, il y a donc le visage apparent, la pomme qui cache le visage caché et le visage du personnage. C'est une chose qui a lieu sans cesse. Chaque chose que nous voyons en cache une autre, nous désirons toujours voir ce qui est caché par ce que nous voyons. Il y a un intérêt pour ce qui est caché et que le visible ne nous montre pas. Cet intérêt peut prendre la forme d'un sentiment assez intense, une sorte de combat dirait-je, entre le visible caché et le visible apparent.

René Magritte

#### The dark matter discoverer: Vera Rubin

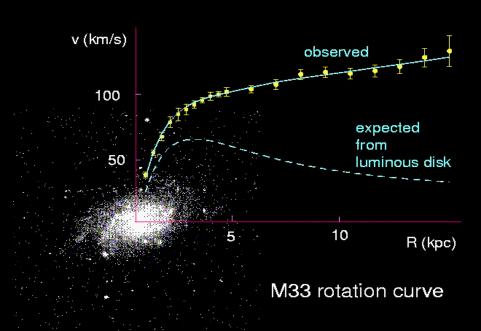


Origins, the Lives and Worlds of Modern Cosmologists. « A dix ans, j'ai commencé à regarder <u>le Mièle A M2, je restais Méveillée</u> pour les observer pendant des heures. (.) Il n'y avait rien de plus intéressant dans ma vie que regarder les étoiles chaque nuit. » Elle sera donc astronome. Elle poursuivit ses études à Cornell University et sa thèse de doctorat sous la direction de George Gamow.

- Lorsque George Gamow, l'invita au Laboratoire de physique appliquée, ils durent se parler dans l'entrée du laboratoire car les femmes n'étaient pas autorisées à pénétrer dans les bureaux.
- En 1965, elle est la première femme autorisée à travailler à l'observatoire du Mont Palomar. Les femmes n'y étaient pas autorisées pour la seule raison qu'il n'y avait pas de toilettes pour femmes.

Lorsqu'en 1965, Vera Rubin est recrutée à l'Institut Carnegie, elle demande à pouvoir quitter son bureau à 15h pour s'occuper de ses enfants. L'Institut accepte mais son salaire est réduit d'un tiers. Elle avouait: « J'ai accompli presque toute ma carrière à temps partiel. À 3 heures, j'étais à la maison pour *m'occuper des enfants.* » Or, non seulement Vera Rubin est mariée, mais à 22 ans, elle a déjà un enfant – elle en aura finalement quatre, tous futurs scientifiques.

# The dark matter discoverer: Vera Rubin (1922-25 Dec 2016)



$$F_{centrifuge} = G \frac{M_G m_e}{r^2} = \frac{m_e v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM_G}{r}} \approx \frac{1}{\sqrt{r}}$$

#### •V.Rubin + K. Ford 1971

Vera Rubin et les feuilles de route:

« Ils me promettent chaque année qu'ils vont découvrir la matière noire dans les 5 ans à venir… »



Sauf que personne n'est encore parvenu à capturer cette matière noire, qui, constitue 25 % de la masse de l'univers. Des théories alternatives ont donc vu le jour, qui viseraient à corriger la Gravité. De quoi refroidir un jury du Nobel déjà peu enclin à récompenser des femmes.

Plutôt que de s'en lamenter, Vera Rubin préférait œuvrer pour pousser les jeunes filles vers la science. En dénonçant « la manière dont on élève les filles, et ça commence très tôt ». Mais surtout en vantant « la beauté de la science » : « Je me demande parfois si j'aurais pu étudier les galaxies si elles étaient laides, comme ces limaces qui peuplent mon jardin, confiait-elle. Franchement, je ne suis pas sûre. »

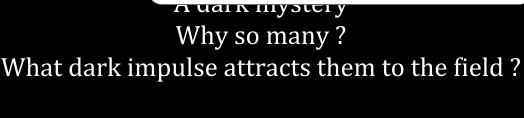
#### The hunt goes on: dark matter Huntresses or Dark Ladies



Parity in Olympian Gods

- ✓ Rita Bernabei
- ✓ Elena Aprile
- ✓ Laura Baudis (APPEC SAC chair)
- ✓ Jocelyne Monroe (APPEC SAC)
- ✓ Teresa Montaruli (APPEC GA)
- ✓ Alessandra Tonazzo
- ✓ Also CERN (F. Giannotti)
- ✓ Most of them leaders of their experiments





 $10^{-}$ 

 $10^{-13}$ 

 $10^{-15}$ 

Excluded by LHC but not DD or ID

 $m(\tilde{\chi}_1^0)$  (GeV)





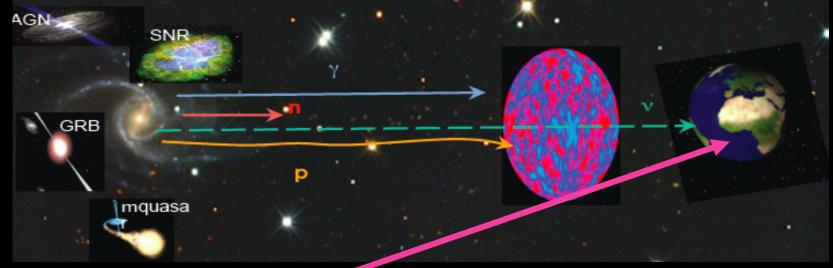


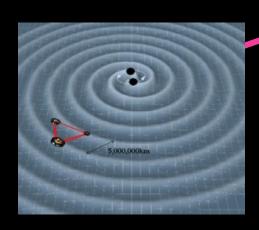


Excluded by ID but not DD

Excluded by DD but not ID

#### The violent Universe: Multi-messengers





New messengers (beyond  $\gamma$ )

- Gravitational waves
- Neutrinos
- Ultra High Energy Cosmic Pays

Dark matter and energy, neutrinos do not suffice to understand the formation of structure, we also need to understand the regulating role of violent phenomena

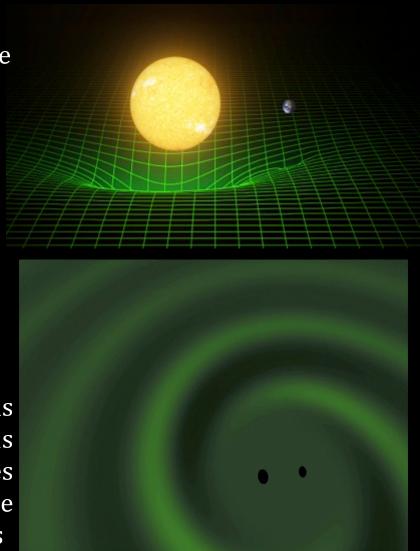


#### Les 100 ans et plus de la Relativité Générale (2016)

• L'espace-temps est un milieu déformable

 L'attraction gravitationnelle est le résultat de la déformation de l'espacetemps due à la présence de masseénergie

Les phénomènes violents (fusion trous noirs, étoiles à neutrons, explosions supernovae, le Big Bang) créent des ondes de propagation de cette déformation: les ondes gravitationnelles



### De la théorie à la praxis: Conférence Chapel Hill Janvier 1957

In January 1957, the U.S. Air Force sponsored the *Conference on the Role of Gravitation in Physics*, a.k.a. the Chapel Hill Conference, a.k.a. GR1.

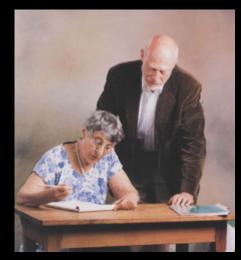
The organizers were Bryce and Cecile DeWitt. 44 of the world's leading relativists attended.

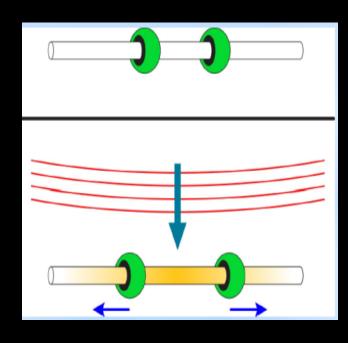
The "gravitational wave problem" was solved there, and the quest to detect gravitational waves was born.

(Pirani, Feynman and Babson)

Sticky bead argument (Feynman)

From B. Barish talk in Paris Aug 2017





**Cécile DeWitt-Morette** est une <u>physicienne</u> et <u>mathématicienne</u> <u>française</u> née le <u>21</u> <u>décembre 1922</u> à <u>Paris</u> et morte le <u>8 mai 2017</u> à l'âge de 94 ans.

Ses travaux se situent à la frontière des <u>mathématiques</u> et de la <u>physique</u>, et portent notamment sur l'<u>intégrale de chemin</u> utilisée en <u>physique quantique</u>.

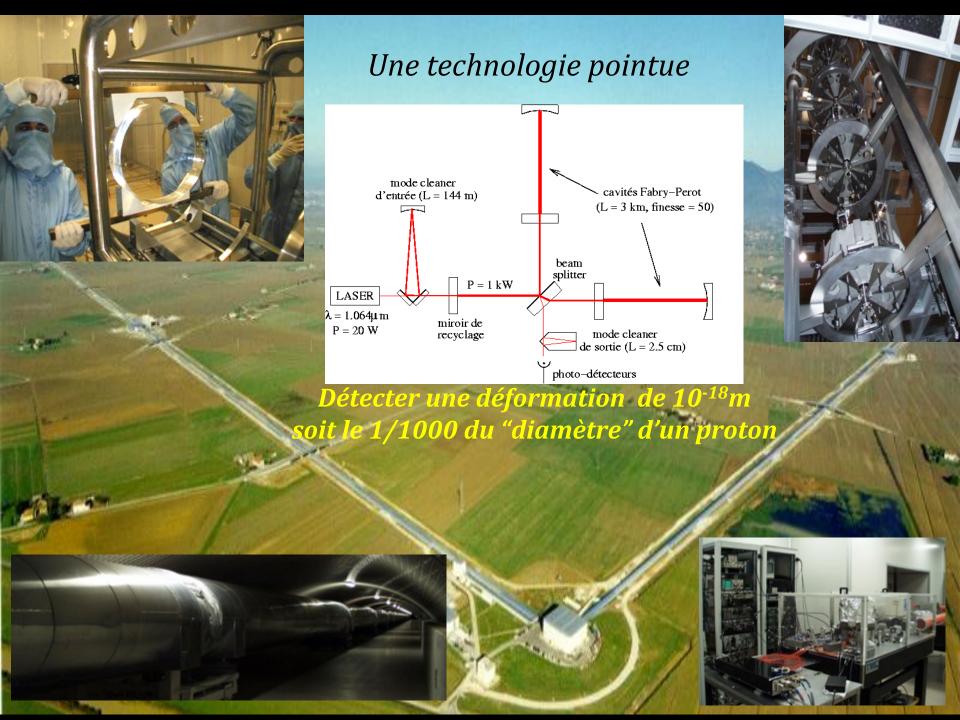
Connue pour avoir fondé l'<u>École de physique des Houches</u>, une <u>école d'été</u> qui offre des cours avancés de <u>physique théorique</u>.

En 1944, avant la fin de ses études, Cécile Morette commence à travailler comme physicienne théoricienne dans un laboratoire du <u>Centre national de la recherche scientifique</u> (CNRS) dirigé par les physiciens <u>Irène Joliot-Curie</u> et <u>Frédéric Joliot</u>.

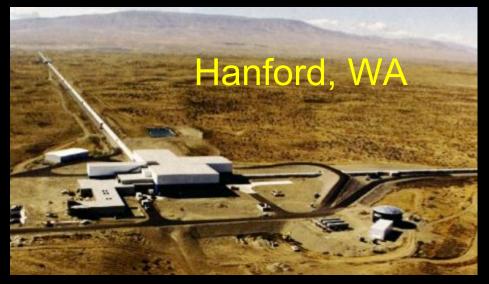
En 1947, elle rejoint l'<u>Institut de physique théorique de Copenhague</u> fondé par <u>Niels Bohr</u>. En 1948, elle prend un poste à l'<u>Institute for Advanced Study</u> de <u>Princeton</u> aux <u>États-Unis</u>, sur invitation de son directeur <u>Robert Oppenheimer</u>. Elle y rencontre son mari, le physicien américain <u>Bryce DeWitt</u>, qu'elle épouse en 1951<sup>2,6,7</sup>.

En 1951, elle fonde l'<u>École de physique des Houches</u> en <u>Haute-Savoie</u> avec l'aide de subventions du <u>ministère de l'Éducation nationale</u>.

Elle a notamment travaillé sur l'<u>intégrale de chemin</u>, créée par <u>Richard Feynman</u> dans les années 1940 et fortement utilisée pour définir les systèmes en <u>physique quantique<sup>2,4,7</sup></u>. Avec ses étudiants, elle développe de nouveaux modèles théoriques pour expliquer les phénomènes de <u>diffusion des ondes</u> dans les <u>gloires</u>, les <u>arcs-en-ciel</u>, et autour des <u>trous noirs<sup>2</sup></u>.



### Interféromètres LIGO (2000) et Virgo (2003)



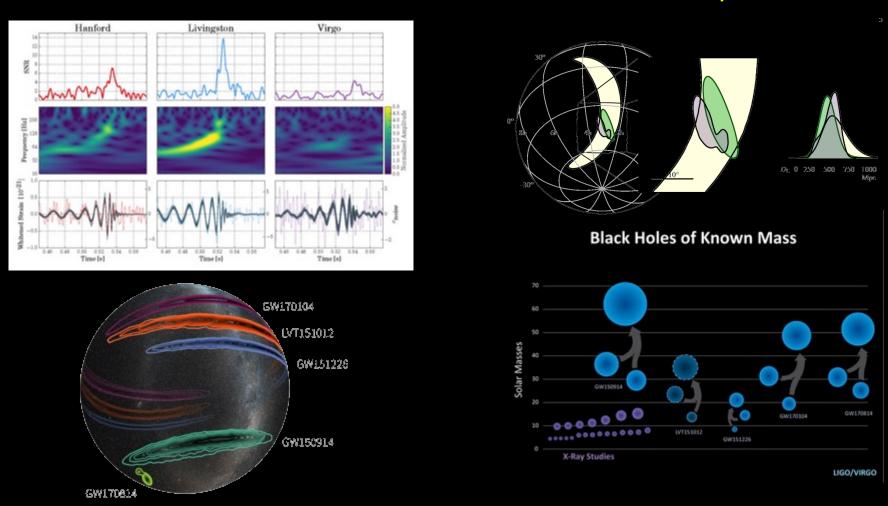






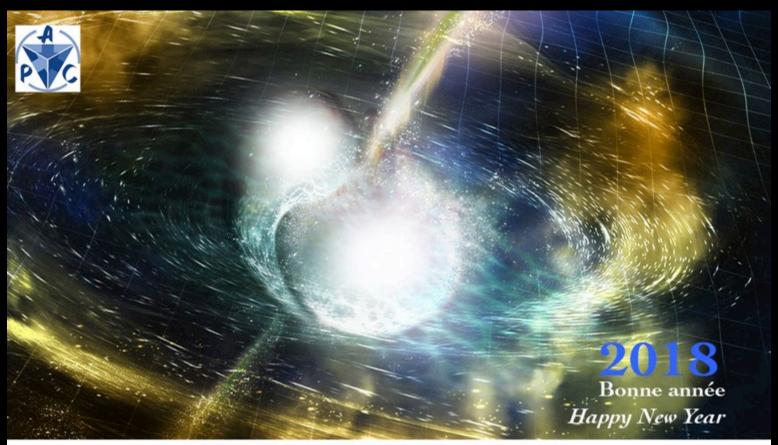
Debut de la collaboration LIGO-Virgo (B. Barish)

# 14 Aout 2017 4<sup>e</sup> fusion détection simultanée des 3 détecteurs LIGO/VIRGO



Nécessaire pour la localisation précise (triangulation)

#### 17 Aout 2017 fusion des deux étoiles à neutrons Vu par LIGO/Virgo et 70 observatoires à travers le monde



#### «Tout vient à point à qui sait attendre»

François Rabelais

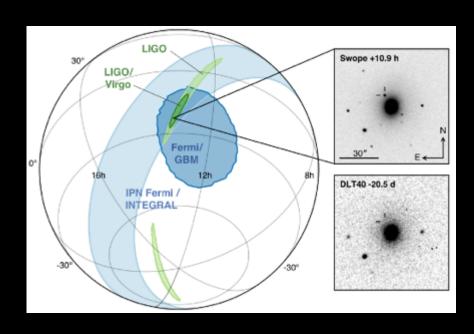
Vision artistique de la manière dont sont émises les ondes gravitationnelles et électromagnétiques lors de la fusion de deux étoiles à neutrons Artist's impression of how the gravitational waves and electromagnétic emissions from a neutron star merger might appear. @NSF/LIGO/SONOMA STATE UNIVERSITY/A. SIMONNET Conception graphiques Sarodia Vydelingum - Laboratoire APC



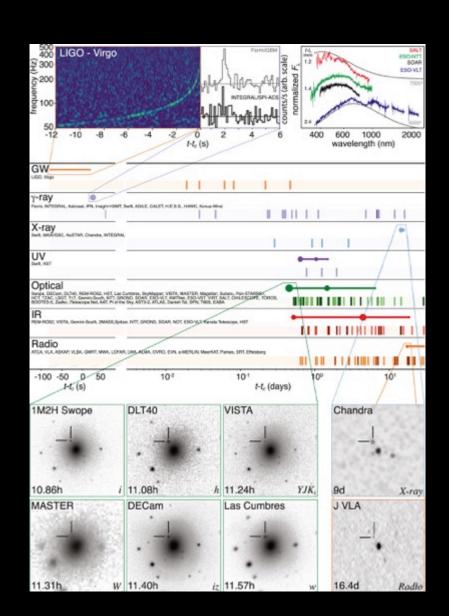




#### 17 Aout 2017 fusion des deux étoiles à neutrons Vu par LIGO/Virgo et 70 observatoires à travers le monde



Voir en particulier les travaux publiées dans Nature de Elena Pian



#### Nature, Nature! qui t'a jamais saisie dans tes fuites? Balzac

Qualités principales du chasseur, du scientifique et de l'artiste

- 1. Attention aux indices
- 2. Savoir attendre. Pauli, après l'annonce de la découverte du neutrino: « Tout finit par arriver à celui qui sait attendre ».
- 3. Savoir gérer l'incertitude. Aristote : La tragédie met la personne devant une situation où le passé n'est pas guide pour le futur et ainsi teste son ethos (son caractère)
- 4. Protéger le nouveau né, du déjà formé, pour qu'il puisse développer ses potentialités. Blumenberg: Une entreprise interdisciplinaire doit assumer pendant un certain temps une précision moindre que celle revendiquée dans les branches canoniques du savoir. Parmi les particularités des sciences confortées dans leur conscience d'elles-mêmes, il y a le fait qu'elles croient toujours savoir avec bien plus de précision qu'on ne peut savoir; en aucun cas n'a-t-on obtenu le rétrécissement et l'isolement de l'objet d'étude sans contrepartie. Parce qu'elle n'accepte pas la délimitation bien définie et éprouvée de l'objet, l'entreprise interdisciplinaire doit avoir tout d'abord pour effet de décevoir ».



Φευγουσα κορη (Kore en fuite) ou Persephone ... Eleusis

Ne sont-ils pas là des qualités de caractère typiquement féminin?