



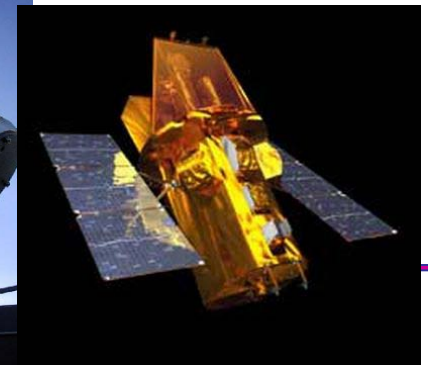
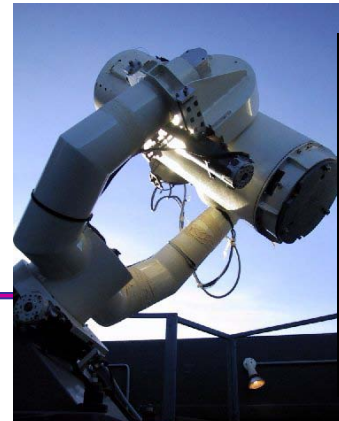
# Low latency GW search for electromagnetic follow-ups with Advanced Virgo/LIGO



F.Marion

Sélection des projets postdoc ENIGMASS

11 octobre 2012



# Enjeux des détecteurs avancés

- Un défi expérimental

- ◆ Une amélioration d'un facteur  $\sim 10$  sur toute la bande de fréquence

- Un planning contraint par Advanced LIGO

- ◆ Reprise des observations en  $\sim 2015$

- Des responsabilités de construction très importantes au LAPP

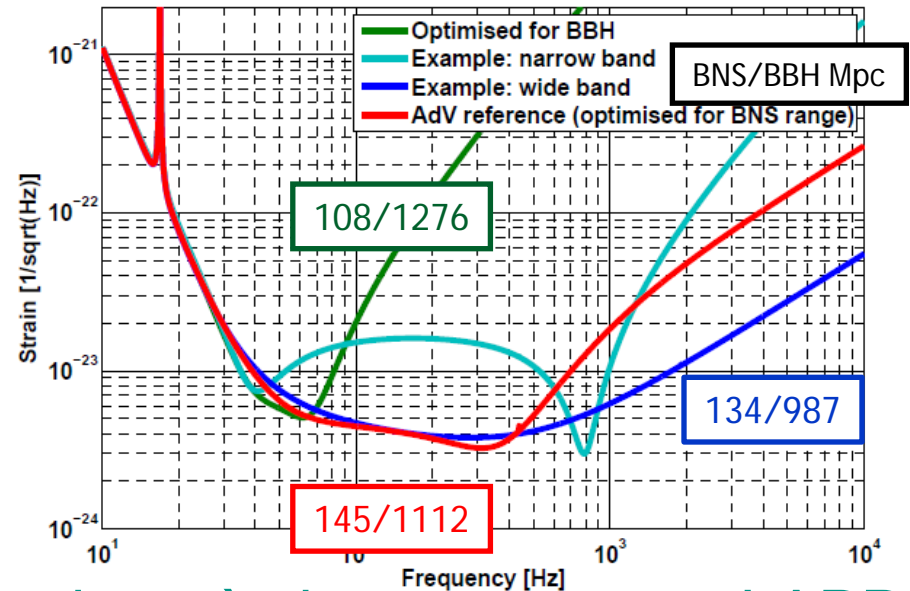
- ◆ Système de détection, système DAQ, nouvelles enceintes à vide...

- Une découverte à portée de main

- ◆ Premières détections attendues avant la fin de la décennie

- Astronomie multi-messenger

- ◆ Tirer le meilleur parti des observations



# Coalescences binaires : la science

## ● General Relativity

- ◆ Test theory in strong field
- ◆ Test/constrain alternative gravity theories

## ● Astrophysics

- ◆ Measure merger rates
- ◆ Inform source distribution
- ◆ Study effect of matter in BNS waveform
- ◆ Progenitors of short, hard GRBs ?

## ● Cosmology

- ◆ CBC inspirals as standard sirens
  - » Independent measurement of Hubble constant

IFO	Source <sup>a</sup>	$\dot{N}_{\text{low}}$ yr <sup>-1</sup>	$\dot{N}_{\text{re}}$ yr <sup>-1</sup>	$\dot{N}_{\text{pl}}$ yr <sup>-1</sup>	$\dot{N}_{\text{up}}$ yr <sup>-1</sup>
Initial	NS-NS	$2 \times 10^{-4}$	0.02	0.2	0.6
	NS-BH	$7 \times 10^{-5}$	0.004	0.1	
	BH-BH	$2 \times 10^{-4}$	0.007	0.5	
	IMRI into IMBH			$< 0.001^b$	$0.01^c$
	IMBH-IMBH			$10^{-4d}$	$10^{-3e}$
Advanced	NS-NS	0.4	40	400	1000
	NS-BH	0.2	10	300	
	BH-BH	0.4	20	1000	
	IMRI into IMBH			$10^b$	$300^c$
	IMBH-IMBH			$0.1^d$	$1^e$

Many of these require combining information from gravitational wave, electromagnetic and/or particle observations  
 → Multi-messenger astronomy

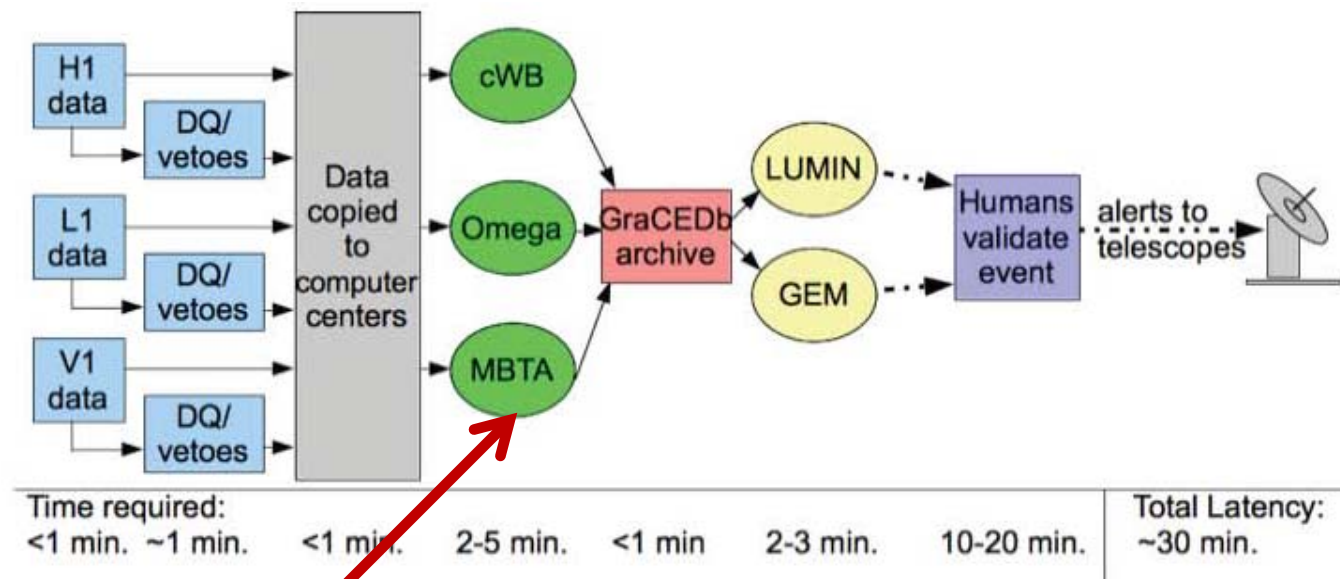
# CBC et autres messagers

- Electromagnetic counterparts to compact binary mergers
  - ◆ Require matter, so not always expected: none for BBH ↘ but worth checking!
  - ◆ Beamed emissions:  $\gamma$ , X-ray, optical, radio
    - » Afterglows expected to be less beamed than GRB ↘ more likely to detect
  - ◆ Isotropic emission
    - » Faint transient powered by radioactive decay
- Neutrinos
- Benefits from multi-messenger astronomy
  - ◆ Increase confidence in GW detection
  - ◆ Improve sensitivity of GW detectors
  - ◆ Get astrophysical context
  - ◆ Pinpoint source location
  - ◆ Break parameter degeneracy

# Astronomie multi-messager avec les détecteurs initiaux

- Recherches d'OG associées à des triggers externes
  - ◆ GRB, HE neutrinos, pulsar glitches, SGR flares...
- Recherche de transitoires électromagnétiques associés à des triggers OG

S6/VSR3



Développé @ LAPP

[ First low-latency LIGO+Virgo search for binary inspirals and their electromagnetic counterparts, LIGO & Virgo, A&A 541, A155 (2012) ]

# Programme de travail (I)

---

- Faire évoluer le pipeline en vue d'Advanced Virgo/LIGO
  - ◆ Latence
    - » La minimiser même en abaissant la fréquence initiale de la recherche (signaux plus longs)
  - ◆ Efficacité
    - » Vis-à-vis de sources avec spin
    - » Impact des artefacts instrumentaux/environnementaux
      - Lien avec implication dans le *Virgo Data Quality group*
    - » Tuning global de l'analyse
  - ◆ Fiabilité
    - » Estimation du *false alarm rate* associé aux événements

# Programme de travail (II)

---

- **Pointage**

- ◆ Précision de la reconstruction de la position de la source dans le ciel
  - » Typiquement plusieurs dizaines de deg<sup>2</sup> ☹
- ◆ Méthode rapide par triangulation basée essentiellement sur le timing des événements dans les différents détecteurs, ~minutes
- ◆ Méthodes bayésiennes explorant tout l'espace des paramètres, ~jours
- ◆ Approche hiérarchique en deux étapes?
  - » Implémentation possible de la deuxième étape pour affiner la position en quelques heures?
  - » Utiliser les GPU?

# Enjeux de la demande

- S'inscrit dans le programme d'ENIGMASS
  - ◆ Chapitres 1.2.1.D, 1.2.1.E et 1.2.2.C du dossier d'intention
- Financements institutionnels concentrés sur la construction d'Advanced Virgo
  - ◆ Une priorité absolue!
  - ◆ Un postdoc ENIGMASS nous apporterait le complément indispensable pour poursuivre sur l'analyse de données et conserver la visibilité acquise pendant S6/VSR3
- Synergie entre équipes du labex
  - ◆ Pas de collaborations à court terme, mais:
    - » A long terme, LSST partenaire naturel pour suivi électromagnétique
    - » Certains aspects techniques rejoignent une problématique de CTA (GPU)
- Candidats
  - ◆ Plusieurs candidatures spontanées au cours des derniers mois