

Demandes AP 2012

Astroparticule et Neutrino

Matières

- ▶ Faits marquants Astroparticule 2011
- ▶ Statut de quelques projets
- ▶ Budget AP2012
- ▶ Feuille de route Européenne Astroparticule

Les questions de l'Astroparticule
Définition d'APIF(OECD), ApPEC/ASPERA

Quel est le rôle des phénomènes de haute énergie dans l'Univers ?

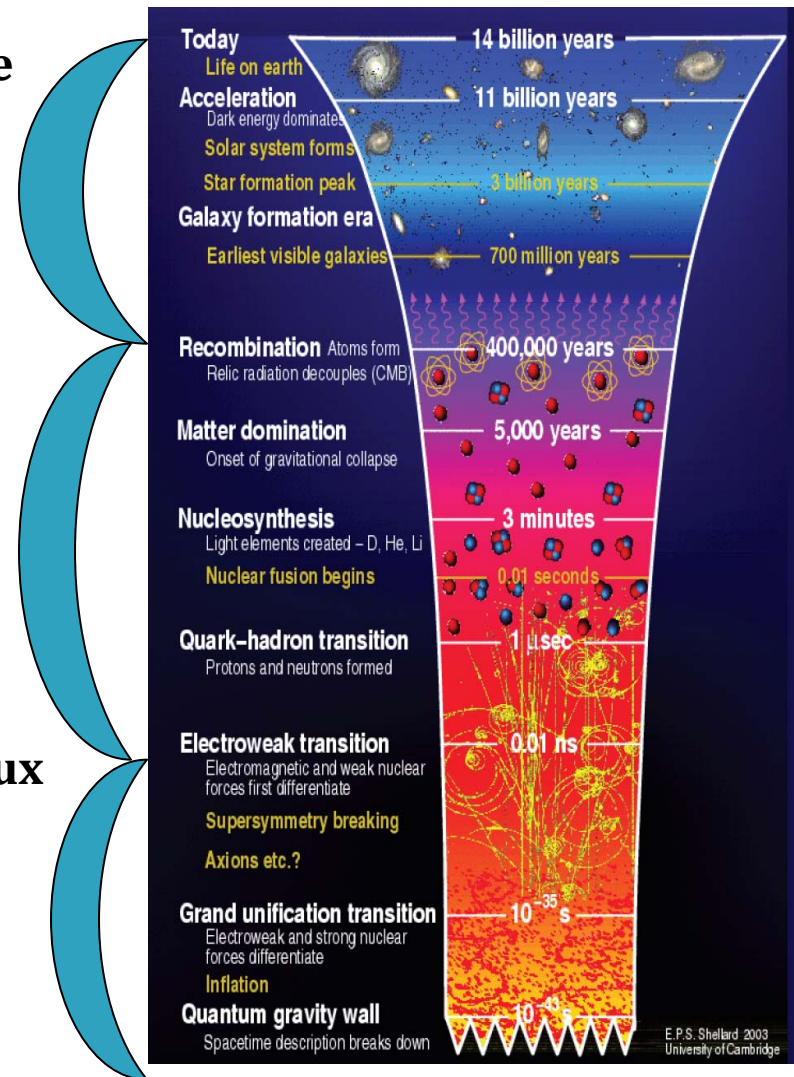
- ▶ Messagers de haute énergie (γ , ν , p/N)
- ▶ Ondes gravitationnelles
- ➔ **Astronomie des nouveaux messagers**

De quoi est fait l'Univers ?

- Fonds Diffus Cosmologique (seulement en France)
- Matière et énergie noire
- ➔ **Nouveaux champs et particules**

Quelle est la nature de la matière et des interactions aux plus hautes énergies ?

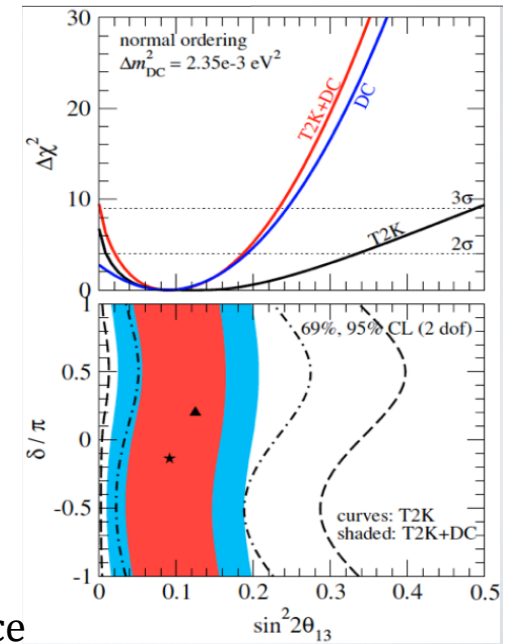
Propriétés du du neutrino (masse, mélange)
Unification des forces et désintégration du proton
Hautes énergies à travers les désintégrations rares



Faits marquants science 2011

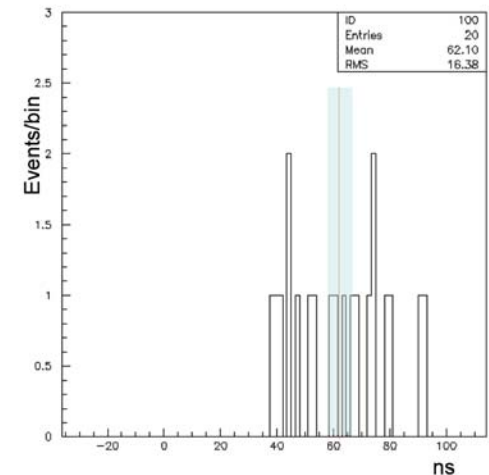
Neutrino

- 1) $\sin^2 2\Theta_{13}$ **T2K** (Mars) et **DCHOOZ** (Novembre)
 - Grande valeur (≈ 0.01) de $\sin^2 2\Theta_{13}$ input majeur à la stratégie Européenne et globale, vers un programme mieux défini à moyen terme
 - T2K reprise en Janvier 2012, DCHOOZ avec deux stations début 2013



2) Anomalie de vitesse neutrino (**OPERA**)

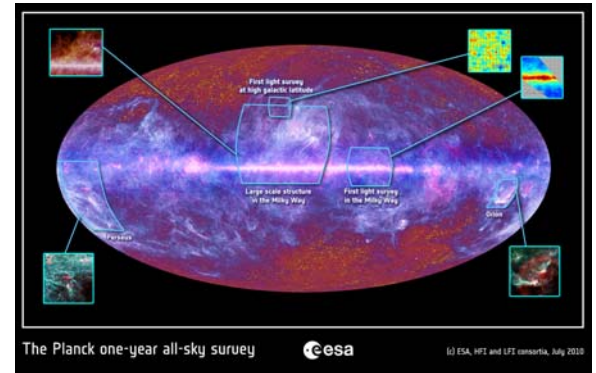
- Introduction des nouvelles techniques (e.g. GPS). Point de convergence avec métrologie fondamentale, nouvelles synergies interdisciplinaires IN2P3-INP-INSU. Contrôle synchronisation avec fibre optique.
- Lancement d'un programme de vérification expérimental MINOS, Borexino, ICARUS, et >100 papiers théoriques. Phénomène de communication inédit
- Recherche tau. Encore 5×10^{20} pots en 2012 (Intégrés $1,91 \times 10^{20}$ ou 85% du nominal).



Faits marquants science 2011

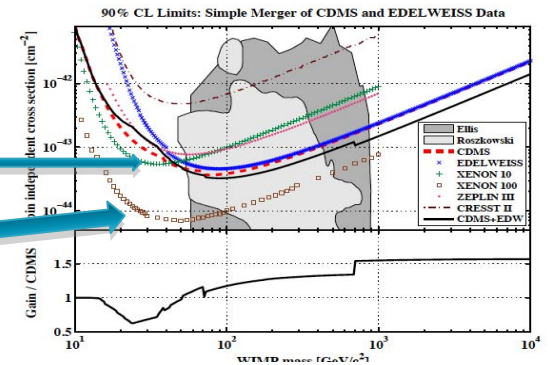
Cosmologie

1) Fonds diffus: **PLANCK** publication des premières cartes (pas encore les mesures cosmologiques). Arrêt du relevé janvier 2012. Livraison des données sans polarisation fin 2012. Livraison des données en temps avec carte par canal en fréquence : mars 2014. ANR QUBIC et COSMOS (préparation de futur polarisation)



2) Matière noire: **EDELWEISS** atteint sensibilité CDMS, analyse commune, vers plus étroite collaboration (réunion de Lyon).

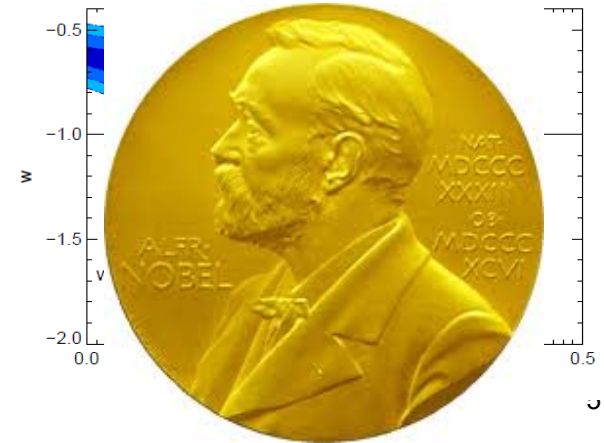
- **Xenon100** meilleures limites mondiales



3) Energie Noire:

- **SNFS** Comprendre mieux les SNaI, l'extinction des galaxies lointains pareille à celle du notre
- **SNLS** à 3 ans, toujours la meilleure précision des paramètres d'énergie noire

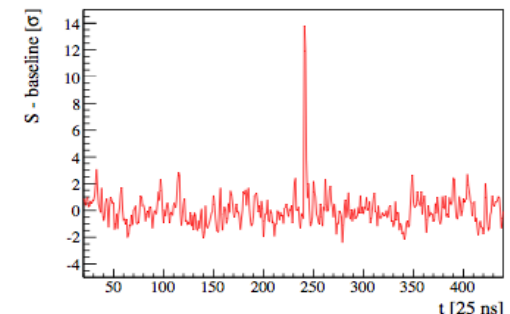
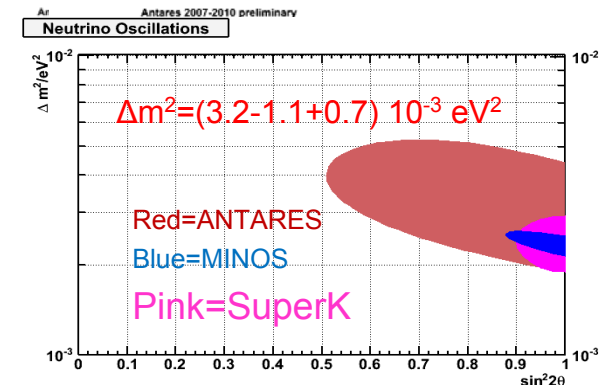
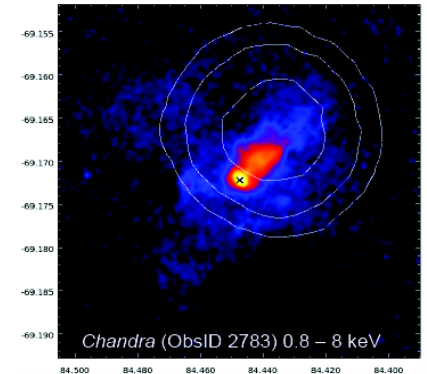
• Prix Nobel 2011 pour notre collègue SCP Saul Perlmutter



Faits marquants science 2011

Messagers haute énergie au sol

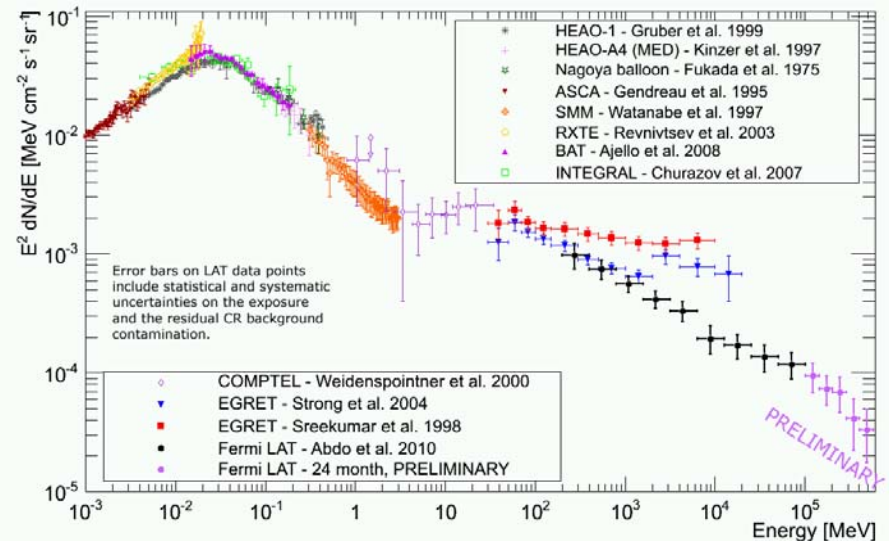
- 1) **HESS** $\approx$ 100 publications (44% à auteur ca français, 31% auteur IN2P3), $\approx$ 5000 citations, cette année première nébuleuse de pulsar extragalactique publication Nature visée
- 2) **ANTARES** : > 11 publications cette année, exploration de l'hémisphère Sud, premiers résultats de basse énergie (oscillations neutrino)
- 3) **AUGER** : Persistance de l'énigme de la composition (p ou Fe), donnés sur l'anisotropie, section efficace à 57 TeV CMS. Première mondiale, radiodétection d'une gerbe au GhZ (EASIER).



Faits marquants science 2011

Messagers haute énergie à l'espace

- 1) **FERMI**: 187 publications, 3000 citations depuis 2008, 20% des publications ca IN2P3 (AGN, Pulsars). Synergies HESS, ondes gravitationnelles. Recherche de la matière noire.



- 2) **AMS** : lancement, opération sans problème majeur, 8×10^9 particules enregistrés dans 6 mois,
→ $1,6 \times 10^{10}$ particules par an



Faits marquants 2011

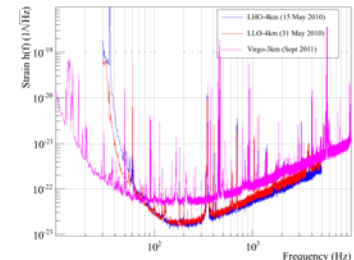
Construction

- 1) **HESS2** : Structure télescope prête et elle bouge...
Camera prêt depuis quelque temps, sera envoyé en mars.
Première lumière été 2012. Budget TGIR 150 K€



- 2) **DCHOOZ** : Travaux de la caverne proche en cours. Fin des travaux été 2012. AP2012 275 K€

- 3) **Advanced Virgo** : Fin de VIRGO+ début 2012, plusieurs parties de advVIRGO en construction (e.g. Mirroirs) Fin de construction projetée en 2014. Budget TGIR 2011 5279 K€.



- 4) **SuperNEMO** : Démontage de NEMO3. Revue de projet 2 Décembre 2011. Fin de Bi-Po. Construction du tracker au R-U. Démarrage de la construction dans tous les labos hors France. Attente des résultats de l'EQUIPEX.

Faits marquants 2011

Phases de préparation

- 1) **LSST** : Passage réussi du PDR (Preliminary Design Review, NSF) et CD1 (Critical Decision 1, DOE).
 - 2) **EUCLID** : Une des deux missions M de Cosmic Vision, passage à la phase B. Passage LSST/Euclid au CS en Juin ?
 - 3) **KM3/MEUST** : ESFRI Preparatory Phase (fin 2012). Ressource Board, Scientific Advisory Committee, en opération. Convergence Technologie. Passage au CS-IN2P3 en Février.
-
- 1) **CTA** : ESFRI Preparatory Phase (fin 2013). Déclaration d'Intention sous discussion entre ministères et agences, Ressource Board en opération. Scientific Advisory, Administrative-Financial, Site-Selection Committees en formation. Project office en opération sous J. Carr. Passage au CS-IN2P3 en Novembre?
-
- 1) **R&D Rayons Cosmiques** : Vers une extension « modeste » des observables d'Auger Sud avec la radiodétection (GHz et/ou MHz), projets AERA, EASIER et en tests en France CODALEMA.

LSST : le projet Energie Noire au sol de la décennie

LSST

Large Synoptic Survey Telescope

3 propriétés clefs uniques :

- ✓ **Profond** : un miroir effectif de 6.5 m (40 galaxies par arc min² en r)
- ✓ **Large** : champ 9,6 deg² (~40 lunes) 3.2 10⁹ pixels
- ✓ **Rapide** : un champ toutes les 40s (2 poses de 15s + 2s de lecture/pose)

LSST : 1 jeu d'observation = un très large domaine scientifique d'astrophysique et de cosmologie.

LSST & Energie Noire : sensible aux 4 sondes « Energie Noire » = précision statistique & sécurité sur les systématiques

Calendrier / Faits marquants

- **Aout 2010** : LSST projet prioritaire de la décennie (ASTRO2010 - US National Research Council)
- **Juin 2011** : La camera de LSST est l'option prioritaire d'observatoire sol retenue par le DOE pour remplir le « Stage IV Dark Energy experiment »
- **Aout 2011 PDR - NSF , Novembre 2011 CD1- DOE** : Les agences US mettent en place le calendrier de construction (validé d'ici début 2012) . Le calendrier prévoit :
 - Fin R&D + Préparation de la construction 2012-2014
 - Construction 2014-2018
 - Commissioning 2019
 - Début de la science fin 2019

L'IN2P3 : un partenaire clef de LSST

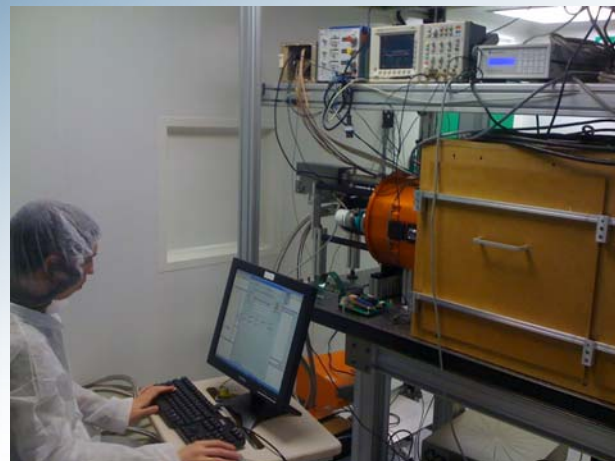
LSST à l'IN2P3

Une collaboration étroite avec le DOE (SLAC , BNL,..) sur la camera de LSST , dont 4 contributions clefs :

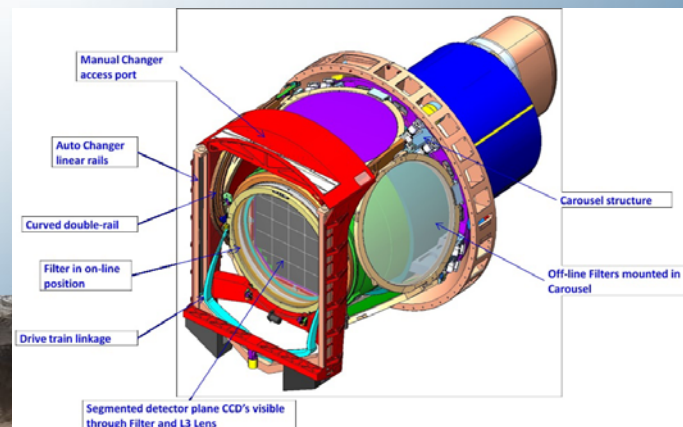
- ✓ **CCD & CCD readout, Changeur de filtre , Calibration, Slow Contrôle**

Une contribution forte de l'IN2P3 qui a débuté en 2007 :

- ✓ 8 laboratoires impliqués (APC , CCIN2P3, CPPM , LAL, LMA , LPSC, LPNHE , LPCC en discussion)
- ✓ ~ 40 chercheurs , >95% des forces Energies Noire de l'IN2P3
- ✓ En 2011 : 21 FTE de R&D sur la camera de LSST seule , pour 2011-2017 : 150 FTE total prévus.
- ✓ 2011-2017 : 2.3 M€ pour réalisation hardware + 4 M€ CCD
- ✓ En cours de négociation : 50% du calcul LSST (~ équiv 1.5 manip LHC) au CCIN2P3 qui deviendrait aussi le data center LSST Européen .



Design, fabrication et tests des 2 ASICs pour environnement cryogénique de lecture et de contrôle des CCD



Changeur de filtre : il porte 5 filtres de 70 cm de diamètre de prêt de 25 kg pièce , très délicat par les mouvements qu'il doit réaliser et le niveau de fiabilité requis.



EUCLID

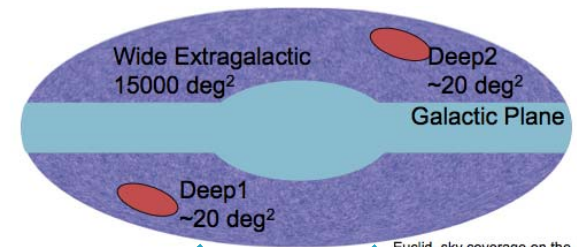
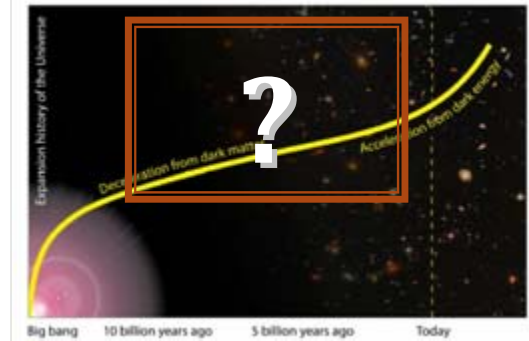
mapping the geometry of the dark Universe

- ▶ EUCLID is an explorer of the origin of the acceleration of the expansion of the universe
- ▶ EUCLID is a space mission with visible and Infrared observations of all sky, both in photometry and spectroscopy
- ▶ EUCLID is an ESA mission planned in L2 with 2 instruments (3 channels)
- ▶ More than 800 members (450 researchers), 107 laboratories, 13 countries
- ▶ Managed by ESA with the consortium (core team) and an ESA EUCLID science team (EST)

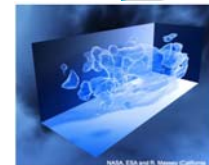
4 October 2011 EUCLID has been selected !

Jan 2013 Industrial prime selected

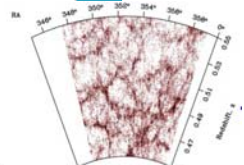
Jan 2019 Launch



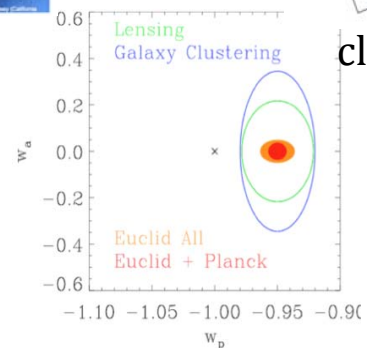
Euclid sky coverage on the Mare-Nostrum simulation Teyssier et al 2009



Shear

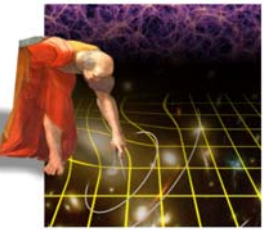


clustering



See ESA red book :

<http://sci.esa.int/science-e/www/object/index.cfm?fobjectid=48983#>



EUCLID en France et l'IN2P3

- CNRS/IN2P3 APC, CCIN2P3, CPPM, IPNL, LPNHE
- CNRS/INSU IAP, IAS, LAM, Nice, Toulouse
- IRFU
- CNES participation en investissement (~ 40 Meuros) + FTE (management et GS)
- CCIN2P3 est proposé comme centre de données France (SDC - Fr)
- Permanents labos estimés ~480 FTE* (dont 104 IN2P3)
- *2012- 2019, non inclus science et CDD
- CDD fournis par le CNES 129 (dont 41 demandés par l'IN2P3)
- 2 M€ aux labos de l'IN2P3 pour la construction d'instruments (hors GS)

Contributions IN2P3

- Instrument (CPPM, IPNL)** NISP , caractérisation et intégration des détecteurs IR du NISP responsabilité de la réception des 16 détecteurs de vol achetés par l'ESA
- Segment sol (APC, CPPM, CCIN2P3)** Participation forte du CCIN2P3 comme SDC-Fr et de FAcE(APC) meso-centre pour le GS. Co lead OU-ext données externes (LSST) (APC). Co lead OU-Sim, simulations (CPPM)
- **Science** SN (CPPM, IPNL, LPNHE), Clustering (APC, CPPM), Cluster (APC), Cosmologie interpretation

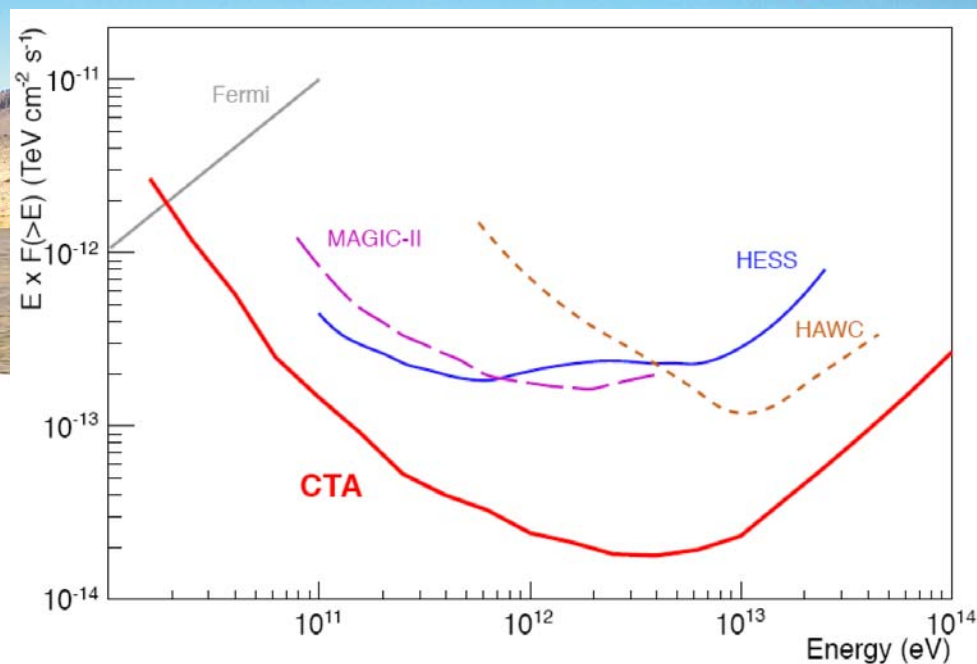
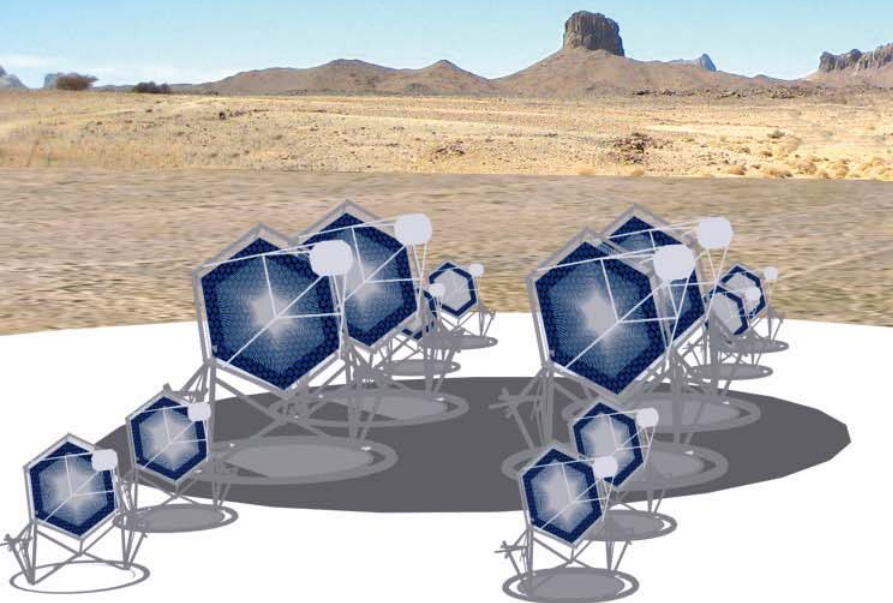
Collaboration globale:
25 pays, 132 instituts, 800 scientifiques
Coût > 200 M€

The future in
VHE gamma ray
astronomy:

IN2P3 (APC, LAPP, LLR, LPNHE, LUPM, CPPM)

Pendant cette phase source de financement:

- ANR Nectar
- Projet IdF Sesame



MEUST/KM3NeT : faits marquants 2011 et attentes 2012

- ▶ MEUST : projet, études du site, R&D infrastructure :
 - Signature convention FEDER-CNRS pour 8 M€ sur 3 ans
 - Négociations pour implication LPC/APC/IPHC/GRPHE dans MEUST
 - Dépôt nouvelle demande Equipex avec communauté EMSO-France
 - Attentes 2012
 - Etudes, mesures et choix du site offshore MEUST
 - Finalisation conception infrastructure sous-marine, boîtes de jonction, power station,...
 - Achat du câble électro-optique principal
- ▶ KM3NeT : organisation, R&D mécanique
 - Préparation MOU pour organisation collaboration après KM3NeT-PP (fév 2012)
 - Examen de la science et du design par le comité scientifique externe SSC
 - Convergence réalisée sur structure lignes KM3.
 - Tests déploiement d'une mini-ligne prototype fin 2011
 - Attentes 2012
 - Signature MOU Collaboration KM3NeT
 - R&D mécanique des lignes, tests et validation des outillages et procédures de déploiement
 - Déploiement + connexion ligne complète avec quelques étages actifs (Pre-Production Model ou Engineering Array pour KM3NeT-PP)

Etat des financements: 23 M€ Italie, 9 M€ Pays Bas, 8-10 M€ France,
2 M€ Roumanie, et 50 M€ promis en Grèce

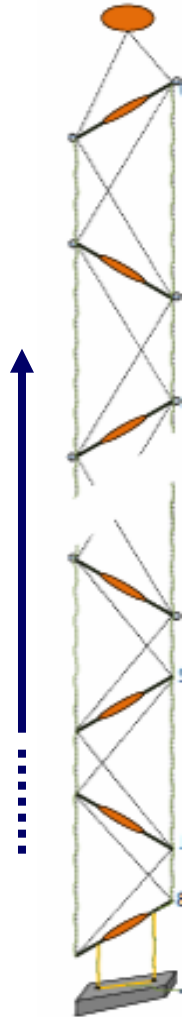
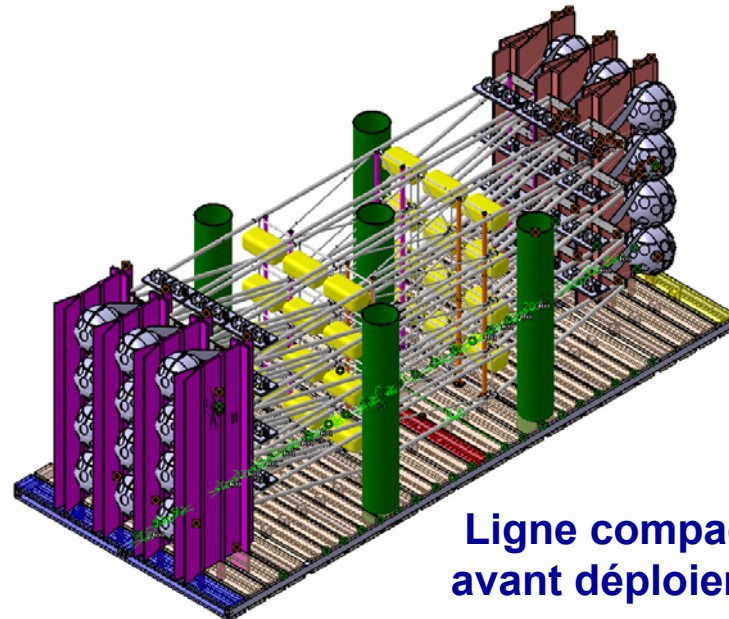
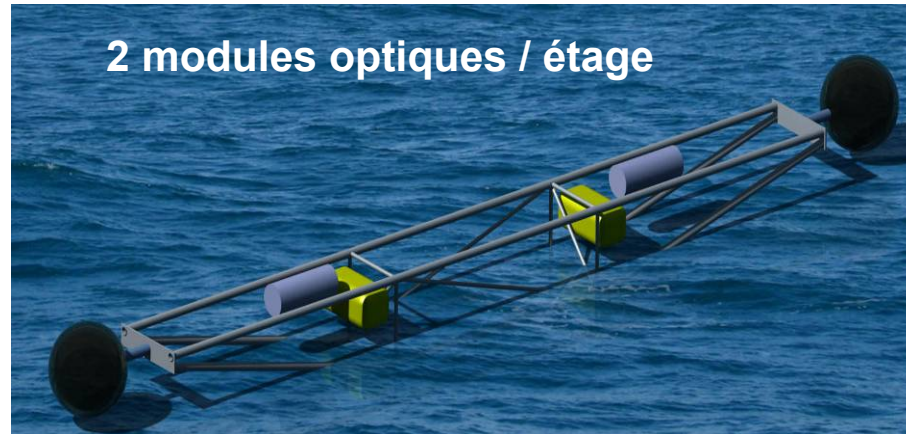
€ promis en Grèce

Une discussion au plus haut niveau pour l'optimisation des ressources s'impose.

Lignes Neutrino

Convergence réalisée vers concept commun dans KM3NeT WPFL

Option de base: multi-PM



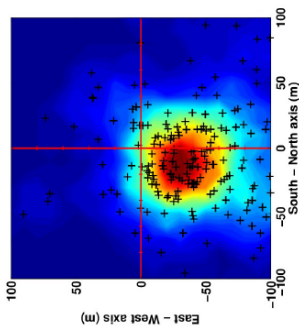
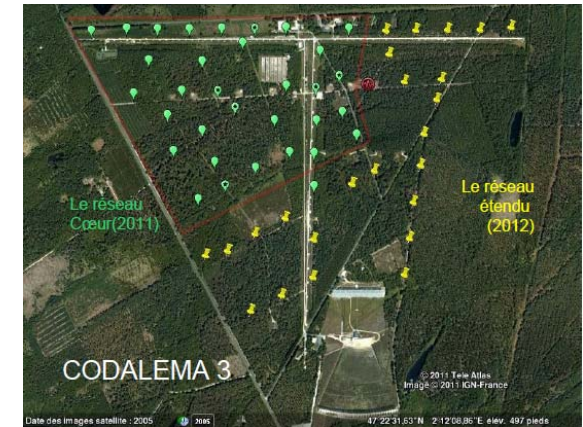
CODALEMA Faits marquants et attentes

► Faits marquants 2011

- Réseau cœur CODALEMA3 complet (33 stations)
- Premiers évènements de RC, approfondissement des mécanismes de production de la gerbe, e.g.
 - Composants du champ électrique peuvent être prédits de la direction d'arrivée du RC (effet $v \times B$)
 - Décalage du cœur radio du cœur particules

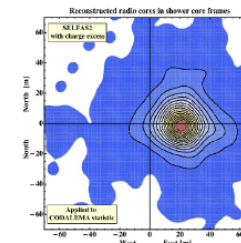
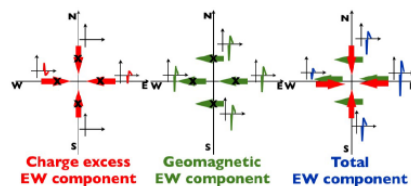
► A venir

- 2012: réseau étendu autour de CODALEMA3 (Financement ?)
- 2011-2015 maîtrise d'un réseau de capteurs autonomes investigation des caractéristiques du signal radio associé à la gerbe

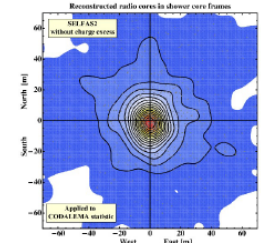


On observe un décalage entre la position du cœur « radio » et le cœur « particules » : environ 20m vers l'Est.

Le modèle SELFAS permet simplement de comparer les contributions relatives de l'effet géomagnétique et de l'excès de charge.



Avec...



...et sans excès de charge

Ballons au CNES

- ▶ Une filière du CNES pour tester des instruments spatiaux, plusieurs agents de l'IN2P3 y appliquent:
 - CREAM, JEM-EUSO, HARPO, Mission Compton...,
- ▶ Première mission parmi les futures: test d'un module de JEM-EUSO sur ballon CNES.
 - Participation internationale.
 - Soutient CNES pour Phase A (50 K€), 1 CDD, et aide au prototypage de l'électronique.
 - Premier vol début 2014.
- ▶ Conditions de participation: Investissement CNES + retrait d'autres activités (e.g. AUGER)



Hess dans le ballon:
En 2012 le centenaire
des rayons cosmiques

Liste des Projets

<i>Projet</i>	<i>Phase</i>	<i>Financement</i>
AMS	Exploitation	AP
ANTARES	Exploitation	AP
AUGER	Exploitation	AP
EDELWEISS-II	Exploitation	AP
FERMI	Exploitation	AP
GRANIT	Exploitation	AP
HESS1	Exploitation	AP
OPERA	Exploitation	AP
T2K	Exploitation	AP
SNFS/SNLS	Exploitation	AP
DCHOOZ	Exploitation/construction	AP
LSST	Preconstruction	AP
SuperNEMO	Preconstruction	AP
EDELWEISS-III	Construction	ANR
QUBIC	Constuction	ANR
EUCLID	Conception	CNES
LISAPathFinder	Construction	CNES
PLANCK	Exploitation	CNES
Ballons	Preconstruction	CNES+AP
CTA	Conception	Région+AP
Xenon1t	Construction	Région+AP
advVIRGO	Construction	TGIR
HESS2	Construction	TGIR+AP
MEUST	Preconstruction	TGIR+Région

Construction du budget 2012

- ▶ Cadrage par Jacques
- ▶ Entrevues avec les projets (15)
- ▶ Détail:
 - Contributions à des fonds communs: 657 K€
 - Missions pour 311 FTE (3,5 K€/FTE): 1079 K€
 - Construction: 464 K€
 - DCHOOZ (274), LSST(125), CTA(35),Maintenance(30)
- ▶ Attente des résultats equipex pour SuperNEMO
- ▶ Rien de prévu pour les LIA etc...

Proposition de budget détaillé 2012

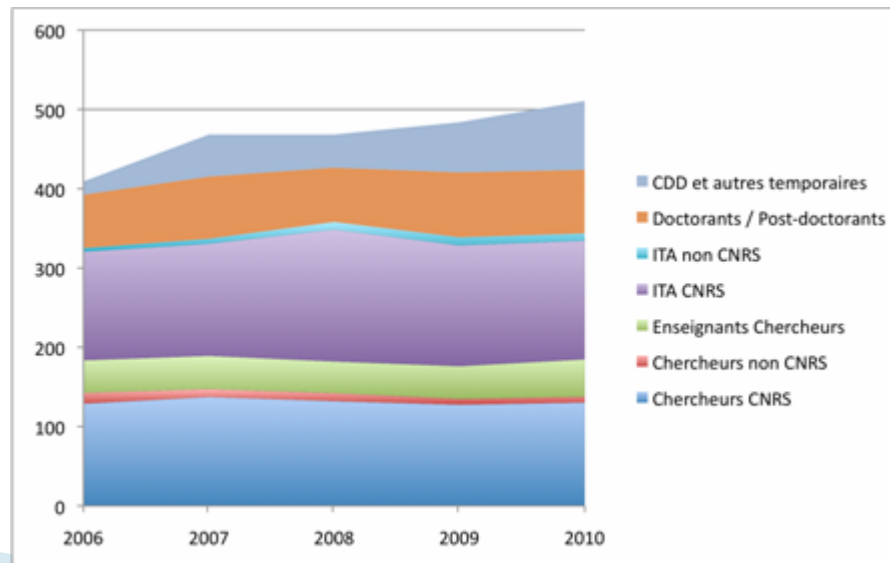
Projet	AP	Missions	Fonds Commun	Signataires	FTE	Missions/FTE	FC/Signataire
AMS	59	27	32	16	9	3,0	2,0
ANTARES	172	84	88	22	21	4,0	4,0
AUGER	301	145	156	26	29	5,0	6,0
EDELWEISS-II	128	40	88	22	16	2,5	4,0
FERMI	85	85		20	17	5,0	
GRANIT	30	0	30	5			6,0
HESS1/HESS2/CTA	270	210	60	30	42	5,0	2,0
OPERA	155	85	70	14	17	5,0	5,0
T2K	110	55	55	11	11	5,0	5,0
SNF	50	30	20	9	10	3,0	2,2
SNLS	39	39			13	3,0	
DCHOOZ	96	66	30	15	22	3,0	2,0
LSST	120	100	20	25	25	4,0	0,8
SuperNEMO	75	75			25	3,0	
EUCLID	18	18			12	1,5	
JEM-EUSO	20	20			4	5,0	
Xenon1t	8	0	8	8	8		1,0
Total	1736	1079	657	208	311,5	3,5	3,5

Projet	AP	Maintenance	Construction	R&D	Commentaire
CTA	35		35		GATE
OPERA	10	10	0		Maintenance
T2K	10	10	0		Maintenance
DCHOOZ	274		274		Station Proche
LSST	125	0	125		
EDELWEISS-III	10	10	0		
Total	464	30	434	0	
Total	2200				

Evolution Ressources humaines Astroparticule-neutrino

Evolution des FTE en temps

	Chercheurs CNRS	Chercheurs non CNRS	Enseignants Chercheurs	ITA CNRS	ITA non CNRS	Doctorants / Post-doctorants	CDD et autres temporaires	TOTAL
2006	128,8	13,6	41,1	136,8	4,8	67,3	16,8	409,2
2007	137,2	10,1	41,8	141,3	6,5	78,4	53,1	468,4
2008	132,0	10,2	39,8	166,4	9,7	68,4	41,8	468,3
2009	127,5	7,3	41,3	152,3	10,4	81,8	63,3	483,9
2010	130,2	7,4	47,1	149,6	9,4	80,1	86,9	510,7



Projet	Thèses
AMS	6
ANTARES	8
Auger	11
CODALEMA	6
EDELWEISS	12
FERMI	10
HESS	15
LSST	1
NEMO3 / superNEMO	6
OPERA	9
PLANCK / QUBIC	13
SNF / SNLS	20
T2K	2
Virgo	8
Total	127

127 thèses soutenus depuis 2006

Update de la feuille de route ApPEC/ASPERA pour l'Astroparticule en Europe

Collège de France 21-22 Novembre

22 November 2011

4th Session - Chair:

9h00	European Strategy on Astroparticle Physics after 10 years of ApPEC	M. Bourquin
9h30	NSF strategy	J. Whitmore
10h00	DOE strategy	J. Siegrist
10h30	Astroparticle Strategy in South America	A. Etchegoyen

**COFFEE BREAK
(11h00-11h30)**

5th Session - Chair:

11h30	Astroparticle Strategy in Japan	Y. Suzuki
12h00	Astroparticle Strategy in Russia	V. Matveev
12h30	Astroparticle Strategy in India	N. Mondal

**LUNCH
(13h00-14h30)**

6th Session - Chair:

14h30	Astroparticle Strategy in China	H. Chen
15h00	Astroparticle Physics International Forum	M. Turner
15h30	Roundtable of Worldwide Coordination	H-F. Wagner
16h30	Keynote talk	R. Blandford

The Future of the European Astroparticle Physics

Roadmap ApPEC/ASPERA 2011

- ▶ Medium scale projects, or upgrades at different stages of realization,
- ▶ Large scale projects whose construction needs to start towards the middle of the current decade,
- ▶ Very large scale infrastructures being developed on a longer time scale or at the interface with other disciplines

Medium scale program and upgrades

1. Gravitational wave advanced detectors

- First detection in the next five-seven years ?
 - **advVIRGO**, advLIGO

2. Dark matter searches

- WIMP dark matter proven or disproven in the next 10 years together with progress at the LHC ?
 - **Edelweiss, Xenon100, Xenon1t**

3. Neutrino property measurements

- Access to the largest part of the inverted mass hierarchy spectrum
 - Gerda, Cuore, **SuperNEMO**, Next

4. Underground laboratories

- Unique window of opportunity to extend the Laboratory of Modane.

Large scale projects

1. **Cherenkov Telescope Array (CTA)** is the worldwide priority project, in the domain of TeV gamma-ray astrophysics .
 - Ambitious time schedule for technical design and prototype development , site selection , aiming at a start of construction by the middle of the decade.
2. **High-energy neutrino telescope** in the Mediterranean Sea (**KM3NeT**),
 - Technology definition is in its final stages with prototype deployment within the next 2-3 years, and access to deep-sea research.
3. A global **next-generation ground-based observatory**
 - Need to develop new detection technologies, search for appropriate sites, attract new partners.
4. A **megaton-scale detector** (**LAGUNA/LAGUNA-LBNO**) for low-energy neutrino astrophysics, proton decay and accelerator driven neutrino physics
 - Global context and interface with CERN European Strategy Update
 - Favourable physics case with recent results by T2K, DCHOOZ, MINOS

Longer time-scale projects at the interface with other disciplines

1. Astroparticle physicists play a major role in many international **Dark Energy programs**, such as the recently chosen Cosmic Vision ESA satellite **EUCLID** or the dominantly US-funded **LSST** observatory.

- First light and/or launch towards the end of the decade (2019)

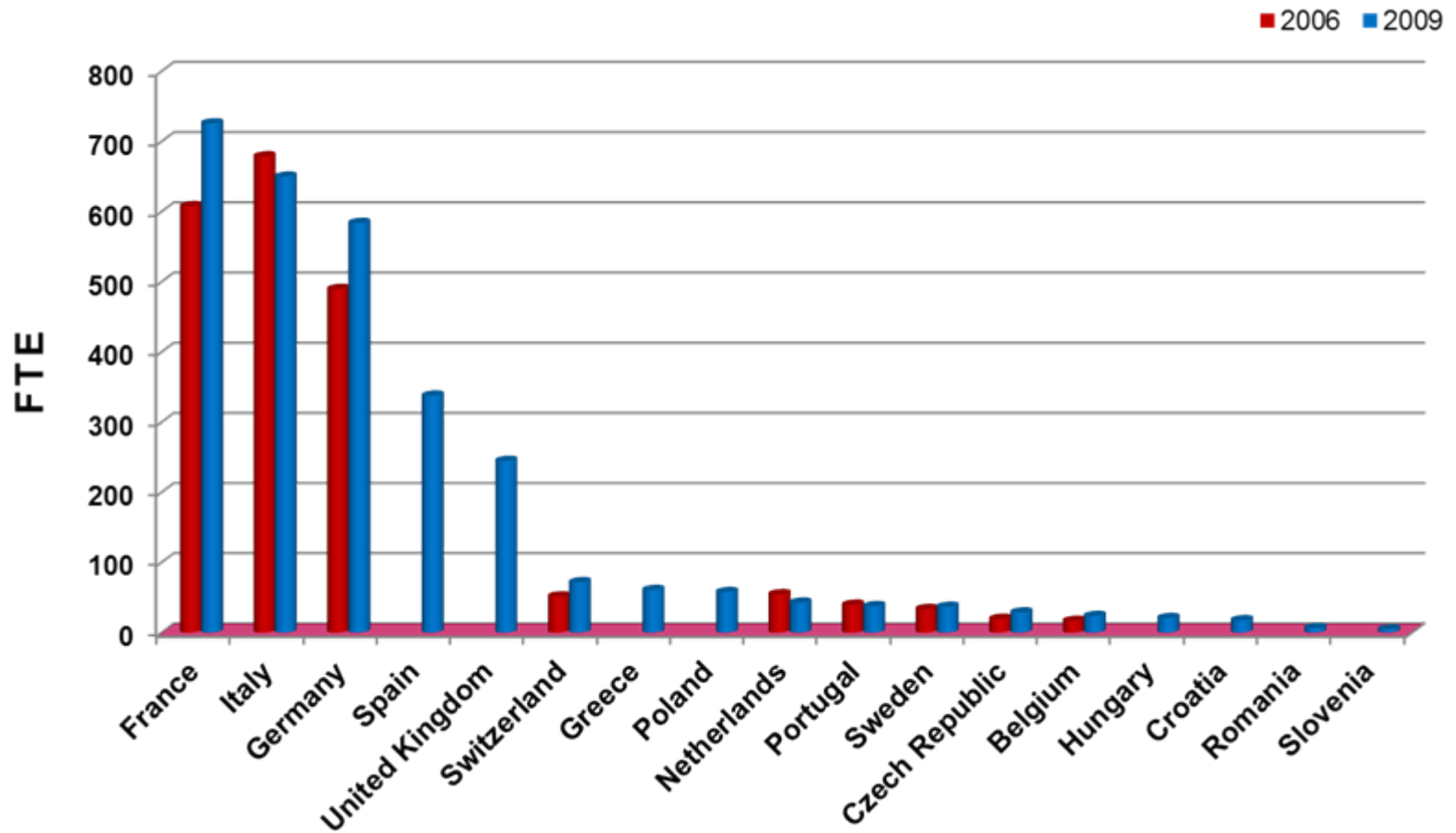
2. Gravitational wave research beyond the advanced detectors stage foresees two projects of a very large scale: the Earth-bound **Einstein Telescope (ET)** and the space-bound **LISA** project.

- ET construction would start after the first detection of gravitational waves (end of the decade)
- LISA launch in the 2020's, relying on the success of the technological mission LISA-Pathfinder (2015)

Total ApP manpower (FTE)

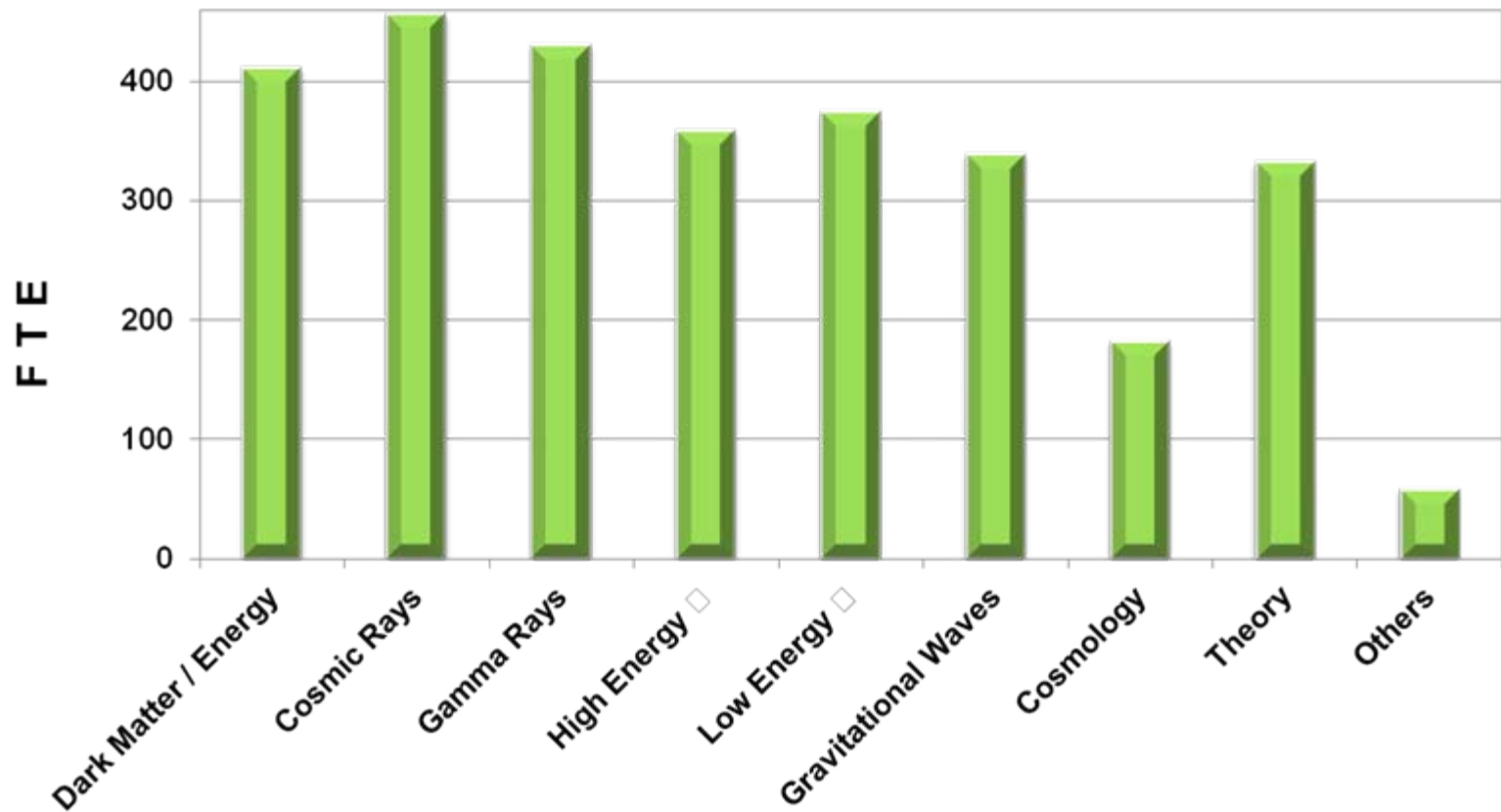
Year 2009: Total $\approx 3\,000$ FTE:

Researchers $\approx 1\,250$, Post-docs ≈ 550 , Graduate students ≈ 750 , engineers ≈ 450
 ≈ 200 universities, research institutes & national labs



Total personnel per subfield in 2009

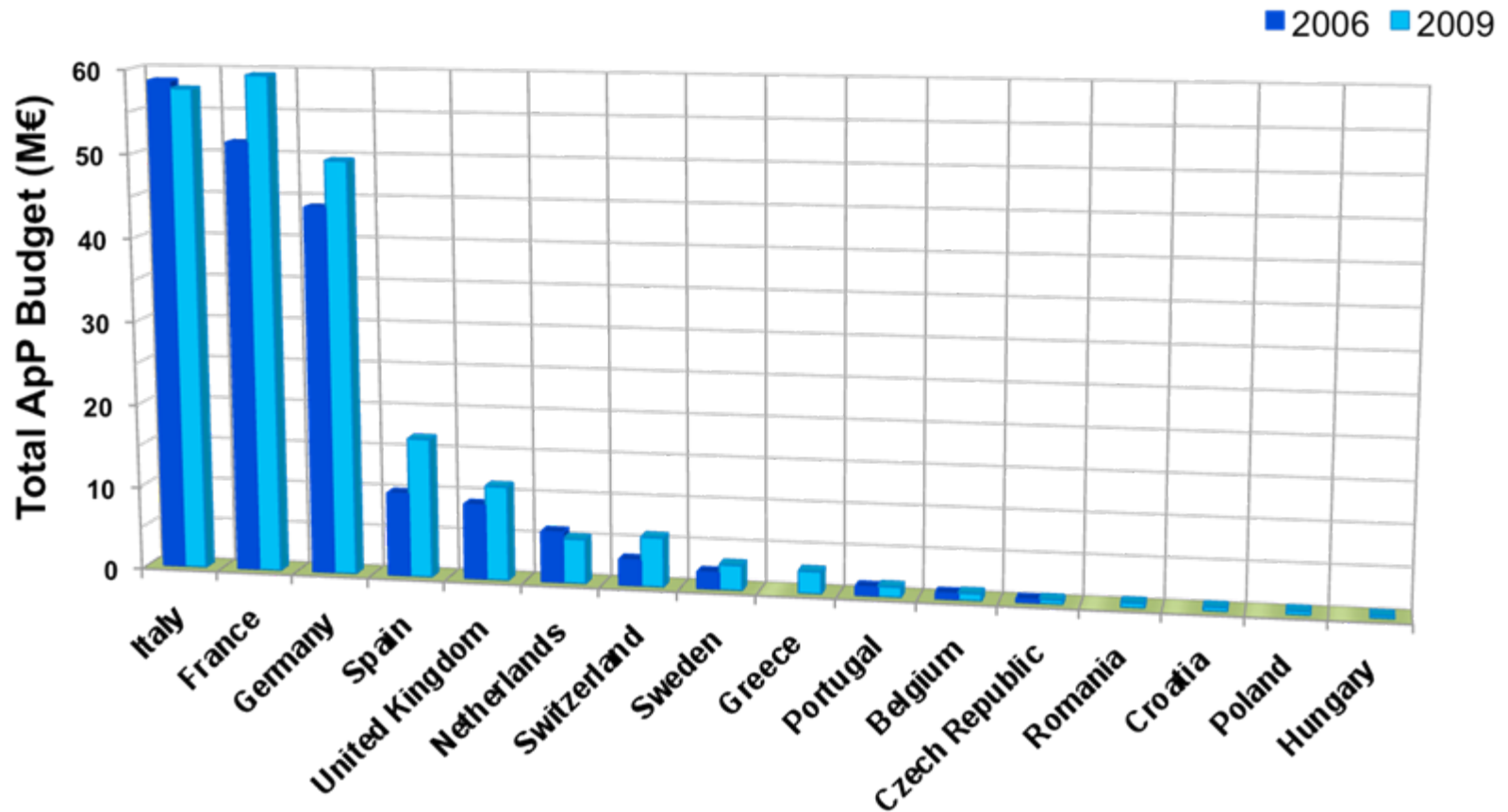
≈ 100 projects



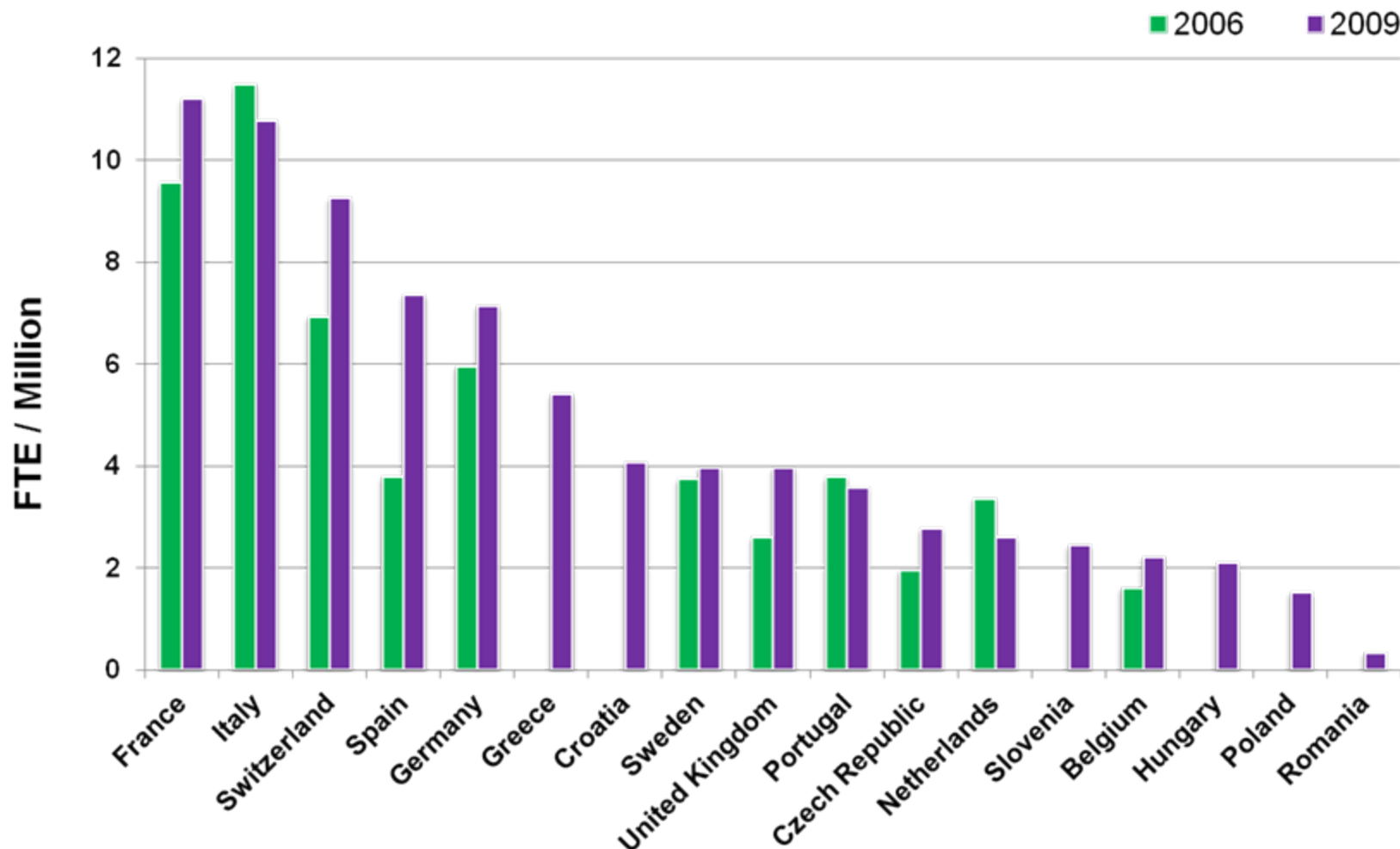
Total ApP budget

≈ 220 M€

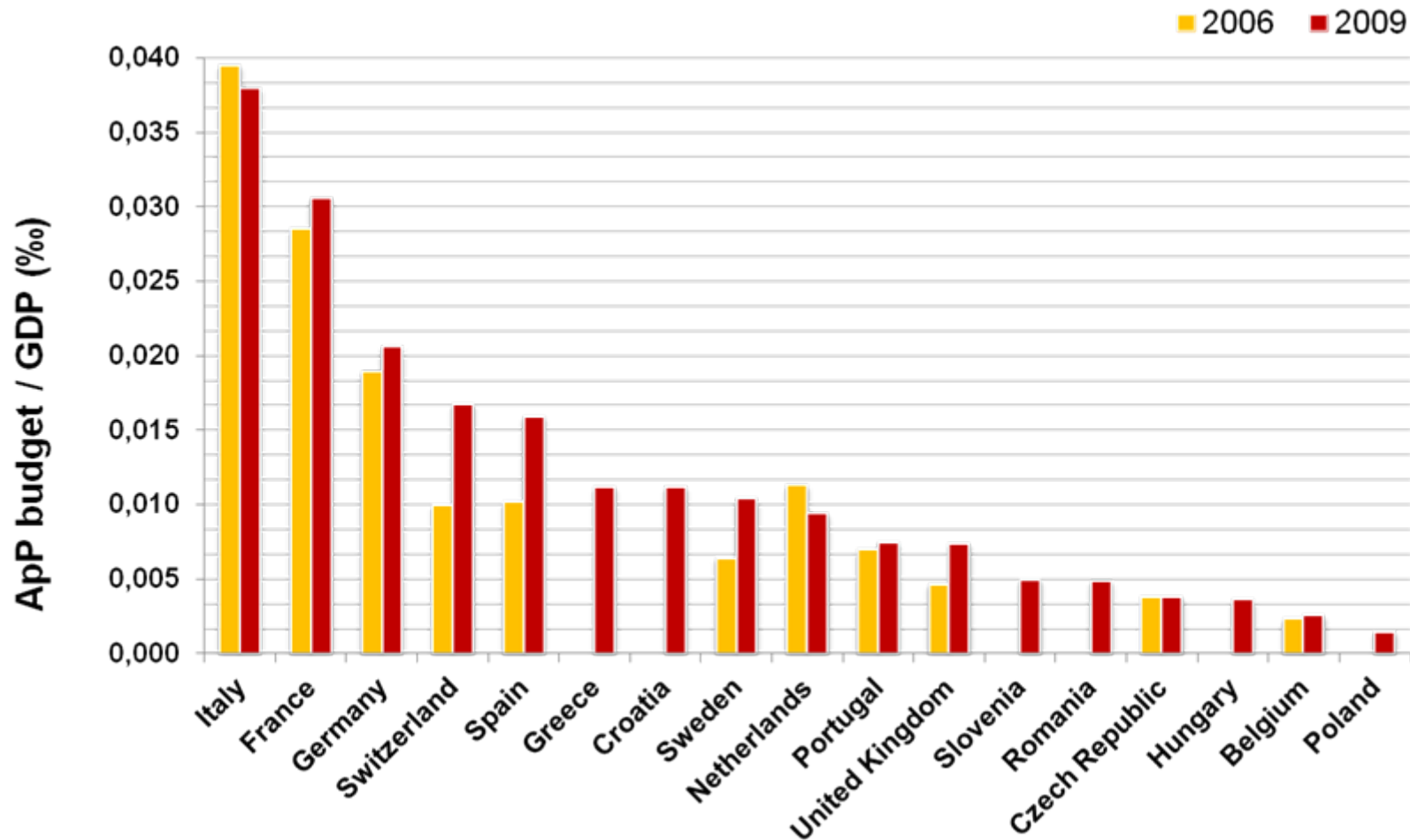
(Personnel, Investment, running costs)



Ratio of total ApP personnel over total population per country



Ratio of total ApP budget over GDP per country



merci