



www.cnrs.fr

Projets Astroparticules, Cosmologie et Neutrinos

Gabriel CHARDIN,
CNRS



Astroparticules et Neutrinos IN2P3

- Ondes gravitationnelles: Advanced Virgo, LISA PathFinder
- Cosmologie: Dark Matter et Dark Energy
- Rayonnement cosmique:
 - HESS-2 et CTA (et Fermi)
 - AUGER and beyond (EUSO-Ballon, JEM-EUSO)
 - AMS
- Neutrinos: vers JUNO, LBNX et ORCA ?

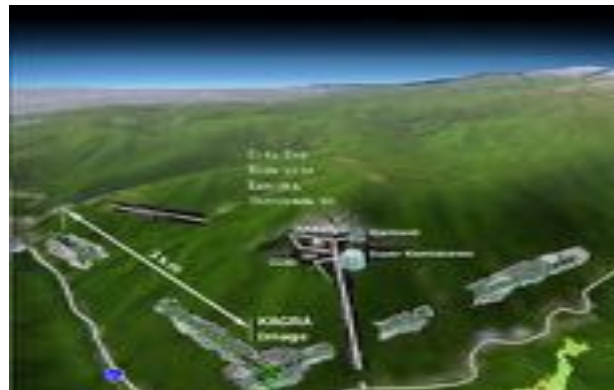
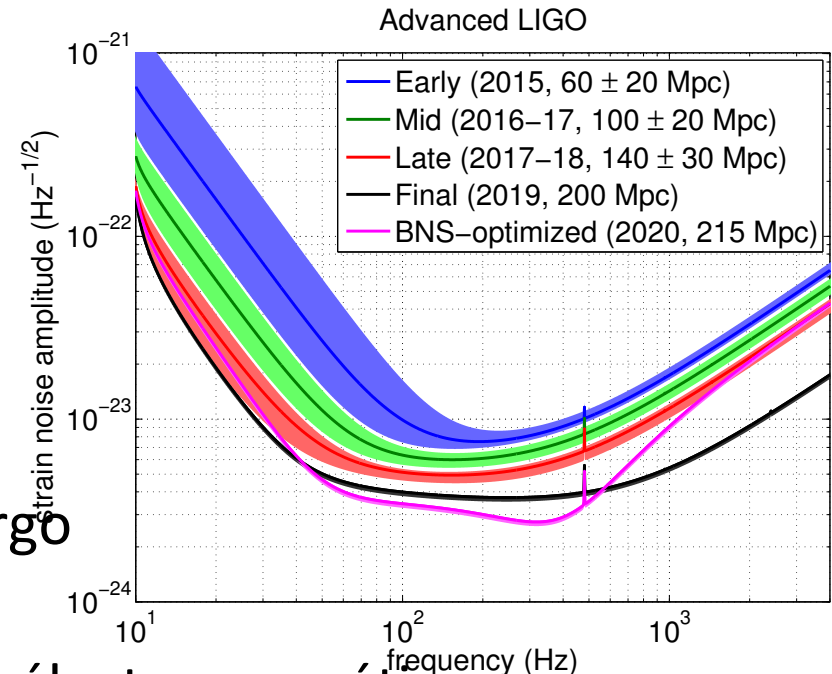
Ondes gravitationnelles

- Advanced Virgo
- Investissement CNRS (IN2P3, mais également (?) INSU, INP) depuis près de 20 ans
- Meilleur niveau mondial avec LIGO
- Consortium LIGO-VIRGO
- 65 projets ou organisations ont déjà demandé l'accès aux données d'Adv Virgo
- **Premières détections prévues aux alentours de 2016-2018**



Cadre mondial

- Consortium LIGO-VIRGO
- Advanced LIGO:
 - premier run prévu 2015
 - Plusieurs années nécessaires pour obtenir la sensibilité nominale
 - Préparatifs pour LIGO-India
 - Communauté de données LIGO-Virgo
- Suivi électromagnétique
 - Recherche rapide de contreparties électromagnétiques
 - 65 expériences/groupes ont manifesté leur intérêt
 - Mise en place en cours
- KAGRA (Japon):
 - Tunnels réalisés à $\sim 70\%$





Construction dans les labos français

• Photos de réalisations:

- ◆ Slow contrôle du vide (LAL)
- ◆ Prototype de cavités CALVA (LAL)
- ◆ Mode matching telescope (APC)
- ◆ Nouveaux outils de métrologie (LMA)
- ◆ Grandes optiques et coating (LMA)
- ◆ Photodiodes pour la stabilisation du laser (Artemis)
- ◆ Nouvelles enceinte à vide (LAPP)
- ◆ Output mode cleaners (LAPP)
- ◆ Photodiodes et électronique (LAPP)



Consortium EGO Advanced Virgo

- Dès que possible, faire avaliser par le CNRS le renouvellement du consortium pour 5 ans (2016-2020)
- Essentiel de parvenir à la détection d'ondes gravitationnelles d'ici la fin 2020 (et pas seulement avec les données d'Advanced Ligo)
- Développer un modèle européen plus partagé pour le fonctionnement d'Advanced Virgo au delà de 2020 (ERIC ?)

Cosmologie

- SNLS, SNF: après participation forte à SCP, SNLS : véritable confirmation de l'existence de « l'énergie noire », très haute visibilité équipes françaises (SNLS, SNF, BOSS, ...)
- EUCLID: mission M2 approuvée par l'ESA, participation de l'IN2P3 dans test et intégration détecteurs IR et traitement des données
- LSST: programme majeur d'observation au sol à dominante US (site au Chili), France « 51^e état »
- Contributions instrumentales fortes à caméra et calcul (reste à préciser pour ce dernier point)

Cosmologie

- SNF

The Nearby Supernova Factory

– **Spectro-photométrie de SNe la proches**

– Collaboration internationale

• Fr (IPNL-CRAL-LPNHE) / US (LBNL-Yale)

– 2001: MoU ; 2004: mise sur le ciel

– 2005-2013 : acquisition des données (SNf-I et SNf-II)

– 2015 : fin de l'analyse

– **Publication cosmologie SNF !**



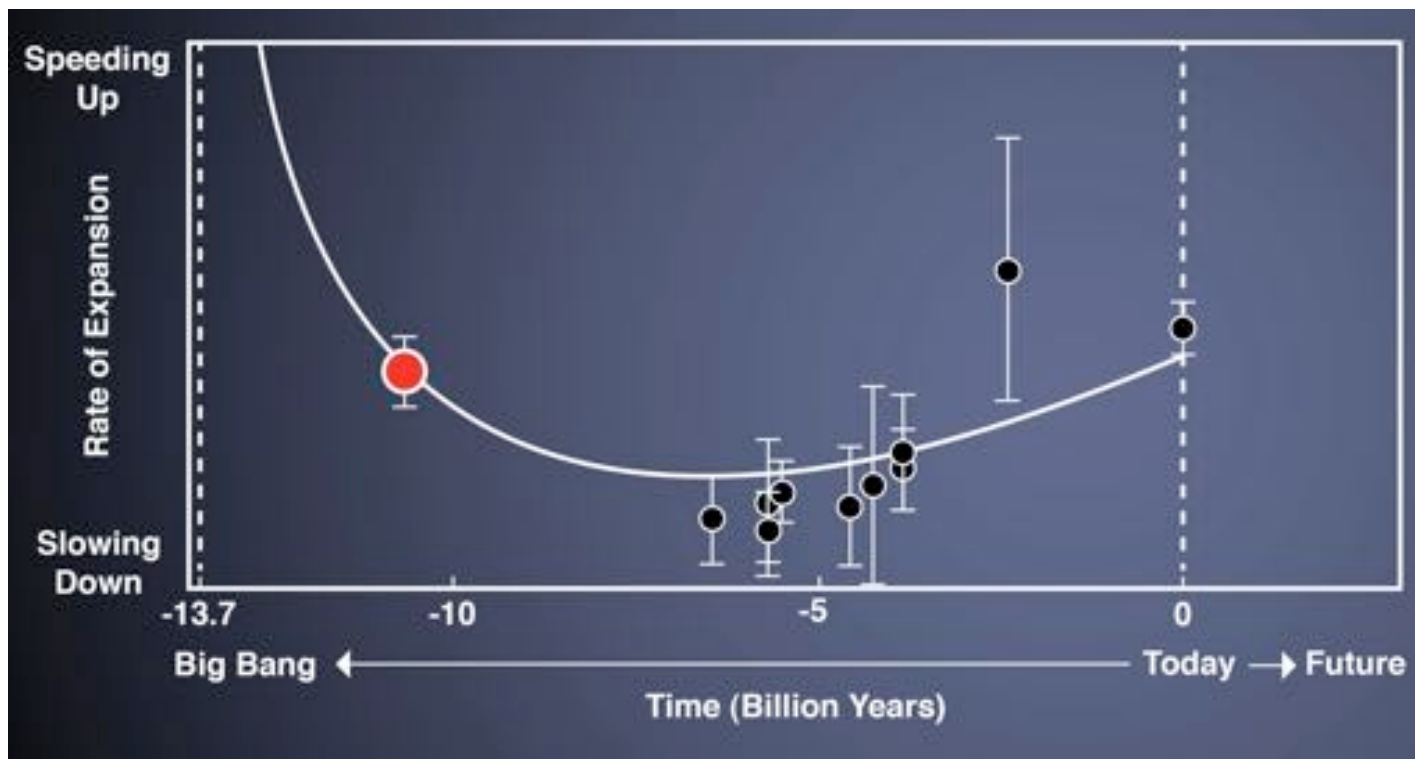
2015 Breakthrough Prize in Physics



Physicists Saul Perlmutter, Brian P. Schmidt, and Adam Riess will be splitting a prize of \$3 million with the 51 additional researchers who helped make the discovery.

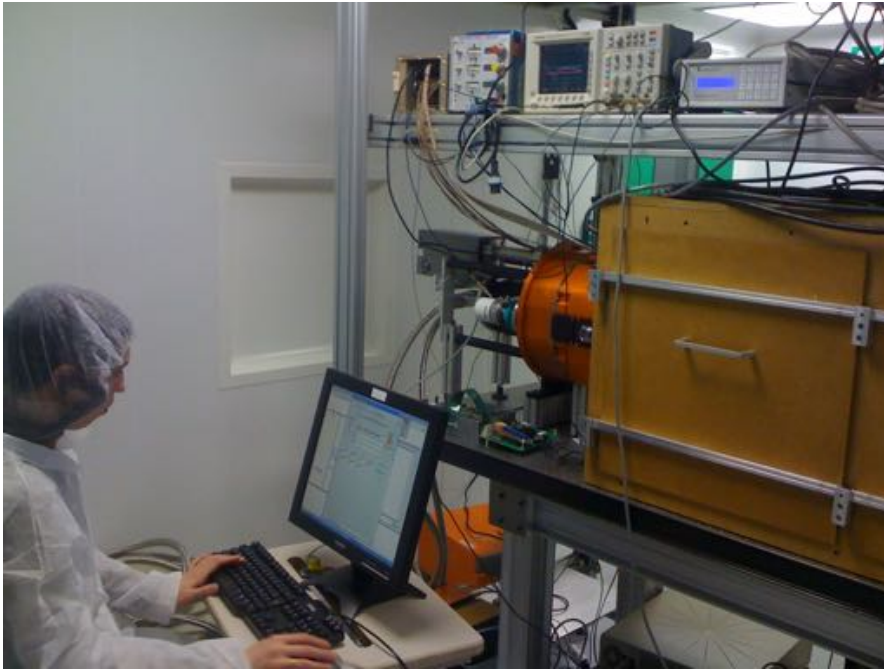
Cosmologie

- « Interim » experiments: HSC-Subaru, eBOSS
- Prix de La Recherche 2013, N. Busca et al.,
2 ANRs et (presque) pas de soutien de l'Institut

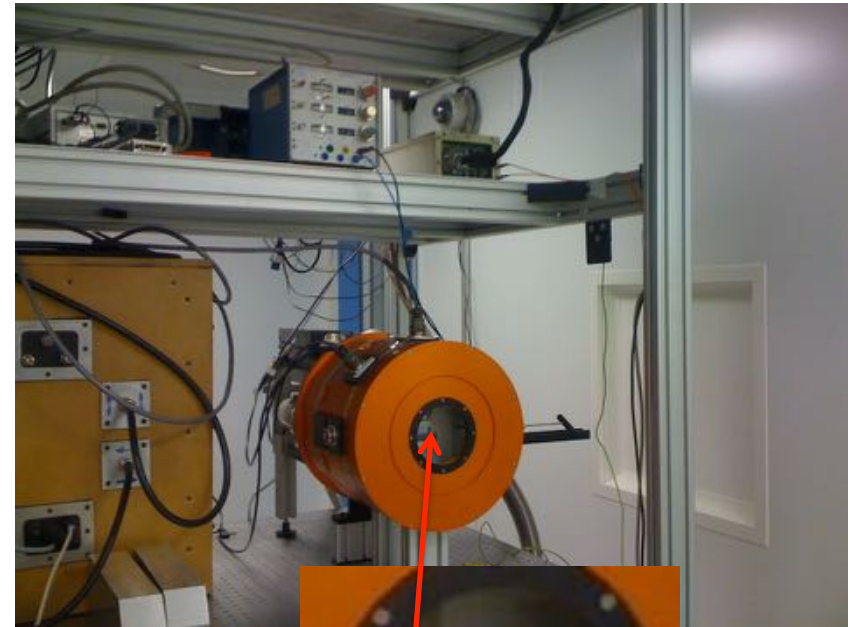


Contribution à la caméra LSST

- CCD R&D , characterization & production tests
 - Contribution to the CCD R&D effort (2009-2011 : contribution for 340 k\$ of contracts with e2v)
 - CCD characterization facility in Paris for CCD readout & prototype tests + capacity to qualify a fraction ($>\sim 25\%$) of the future CCD production.



CCD e2v 217 pre-proto readout with an ASPIC II and LSST ADC's in the Paris ccd characterization facility

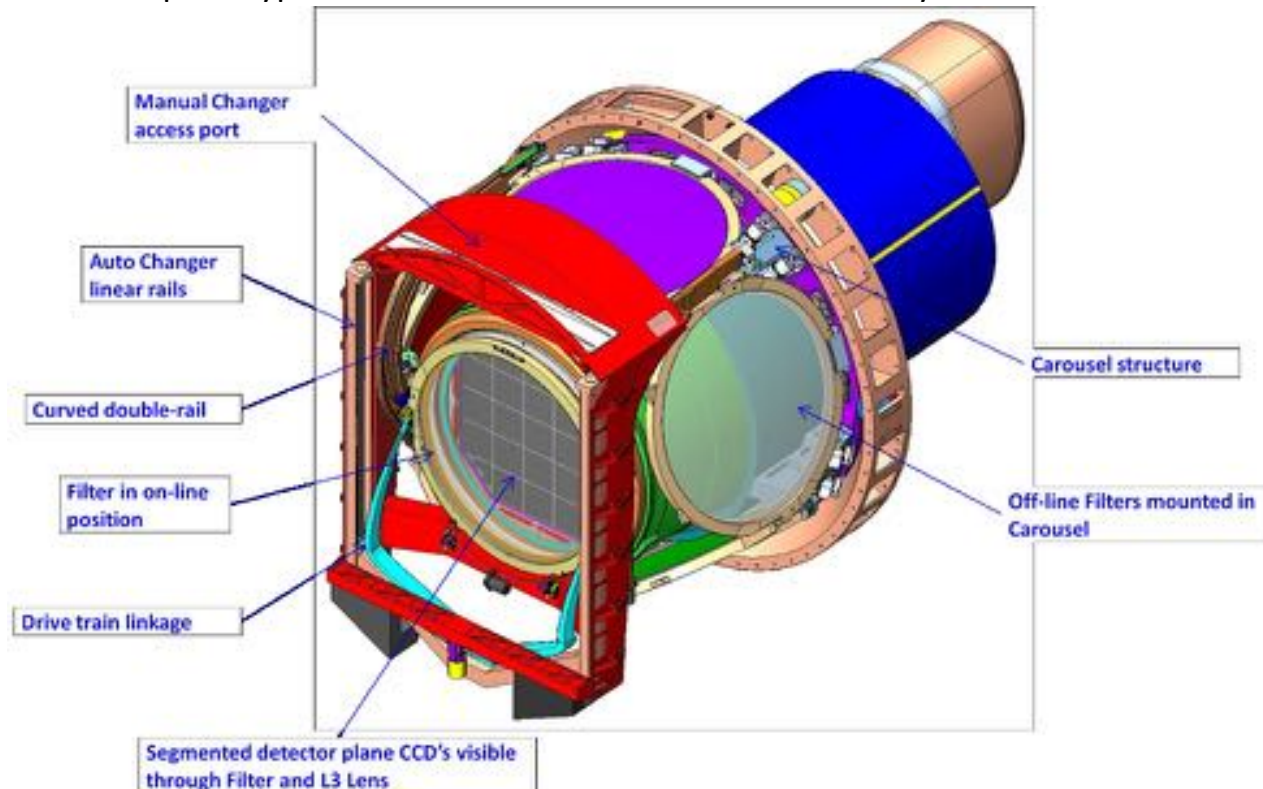


e2v 217-10



Contribution à la caméra LSST

- Expertise on filter coating
 - The IN2P3 Laboratory for Advanced Material (LMA) produced Mirrors for Virgo and advanced LIGO , it provides expertise and support for interaction with vendors , in particular with SAGEM in France.
- Filter Exchange system
 - R&D on carousel since 2007
 - A full scale prototype for the validation of this sensitive sub-system is under construction today



« Filter Exchange system » news : (1/2)

Total Manpower 2014
22 people – 12 ETP

Importante Preliminary Design Review passée à
Marseille fin 2013

**Filter Control System
FCS (APC)
PARIS**

Françoise Vireux, PM & Eng
Bernard Amade, Eng



Contribution clef
pour le CCS :
Sous-système
de « validation »

**Full Scale Prototype
Test Bench (LPC)
Clermont Ferrand**

Guy Reimault, PM & Eng
Patrick Lafarguette
Philippe Chassagny
Hervé Crozet



Single filter test



**Auto-Changer (CPPM)
MARSEILLE**

Pierre Karst, PM & Eng
Daniel Labat, Designer
Françoise Rivière, Designer
Patrick Breugnot, Elect Eng
Fabrice Galin, Fab & Assy



**Carousel (LPNHE)
PARIS**

Daniel Vincent, PM
Guillaume Daubant, PM & Eng
Felipe De Matos, Eng
Yann Drain, Designer
Diogo Terront, HCU

Problème d'interface bloquant
en cour de résolution
(expansion thermique)



**Loader (LPSC)
GRENOBLE**

François Vezzu, PM & Engineer
E. Perbet, Designer
E. Lagorio, Eng
J. Girard, Analyst
Y. Cargagno, Engineer



Proto 2014



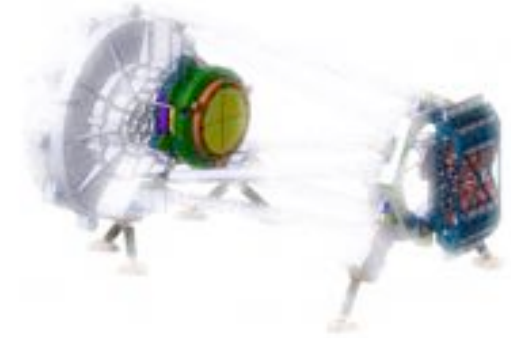
EUCLID : Instrument NISP (APC, CPPM, IPNL)

NISP : Responsabilité française

Project manager CNES

Maitrise d'œuvre LAM

Responsable scientifique NISP spectro A.Ealet



IN2P3: Caractérisation et intégration des détecteurs IR

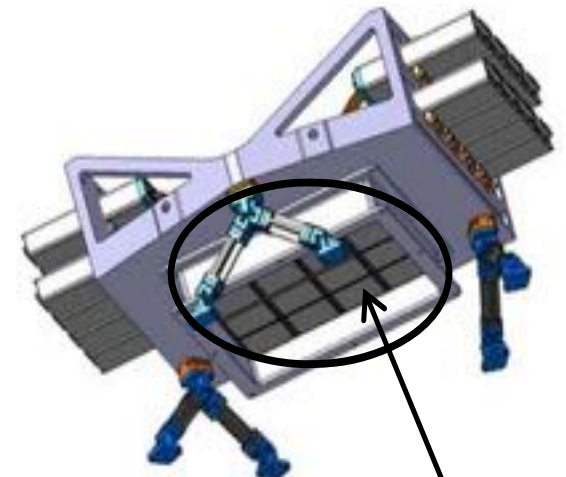
Responsabilité de:

- La chaîne de détection
- la réception des 16 détecteurs de vol achetés par l'ESA/NASA
- de leur caractérisation au CPPM
- de leur intégration sur l'instrument NISP au LAM
- de la livraison et du fonctionnement du plan focal (NI-DS)

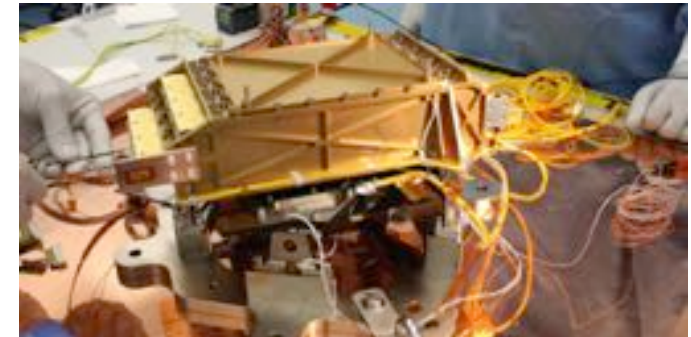
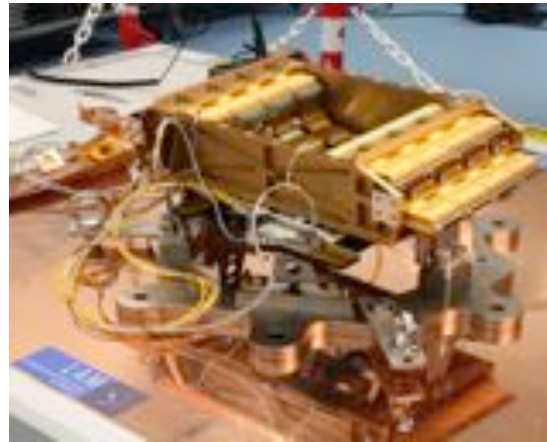
CPPM : moyens et tests , responsabilité du Ni-DS

IPNL : software et méthodes d'analyse

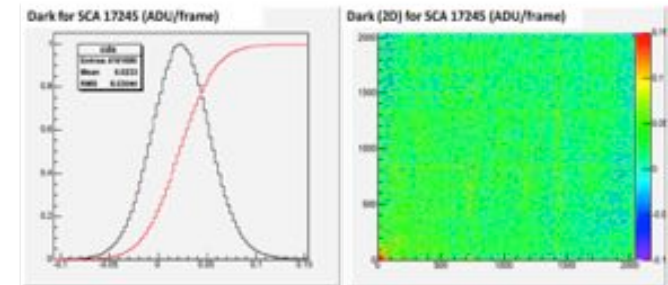
APC : tests de radiation entre 2015-2016



Le DM: une première réalisation

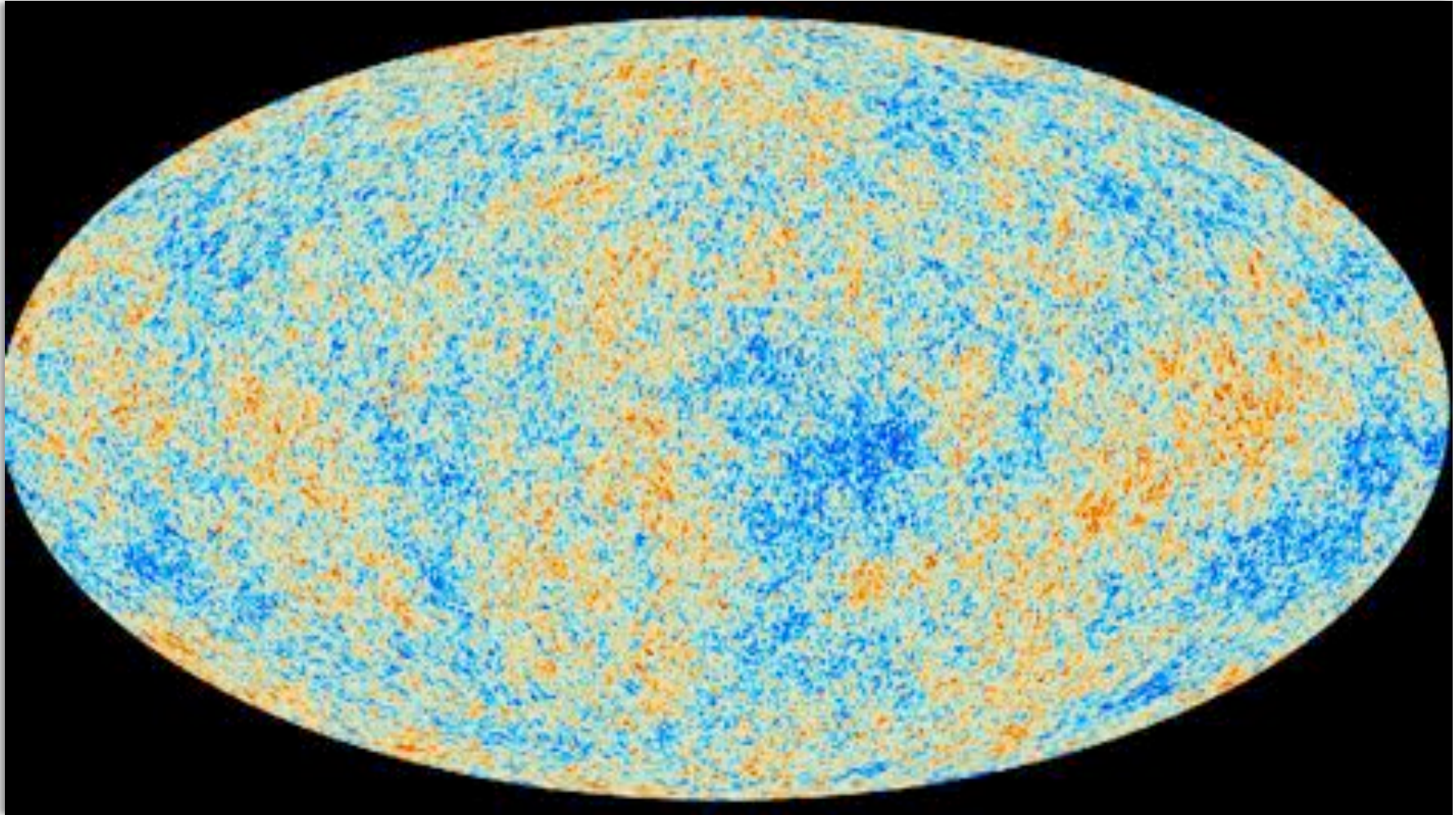


- Le démonstrateur de plan focal
- Juin 2014
- Premiers tests bruit et EMC



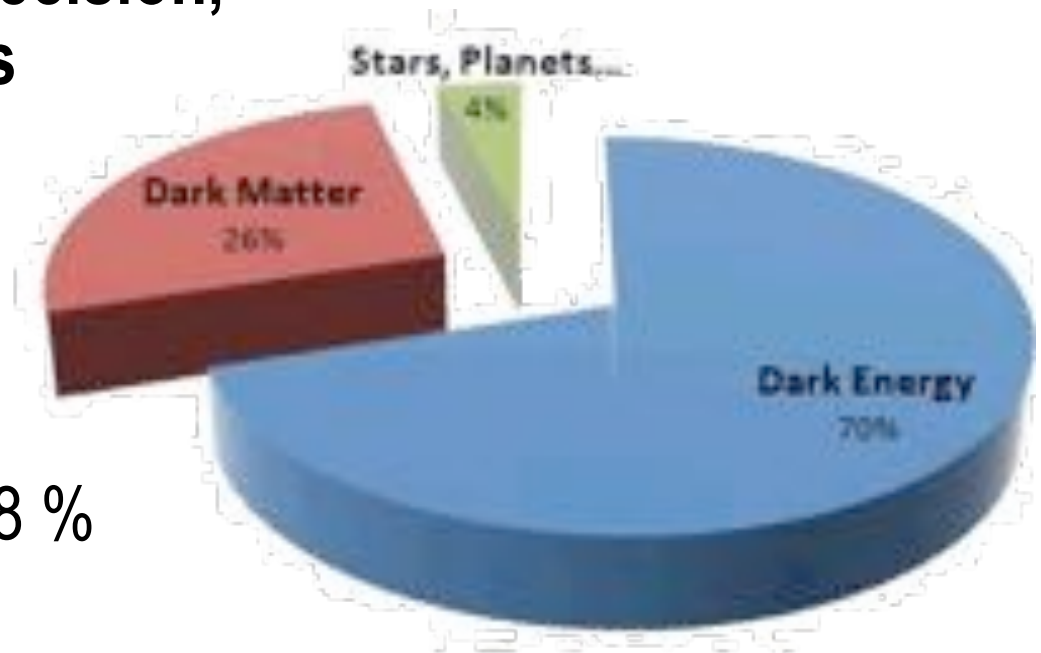
NI-DS (CPPM, IPNL, LAM, Norway, ESA/NASA)

Le CMB vu par Planck-HFI



L'univers selon Planck

- Vers une cosmologie de précision, équation d'état de l'Univers
- Energie Noire $W_{DE} \approx 69.4 \%$
(avant Planck $\approx 73\%$)
- Matière Noire $W_{DM} \approx 25.8 \%$
(avant Planck $\approx 23\%$)
- Matière ordinaire (nucl.) $\approx 4.8 \%$
(avant Planck $\approx 4.3 \%$)
- Taux d'expansion univers
 $H_0 \approx 67.15 \text{ km/s/mpc}$ (avant Planck ≈ 70)
- Age de l'Univers : 13.82 milliards d'années



L'univers selon Planck

- Vers une cosmologie de précision, équation d'état de l'Univers

$$\Omega_b = 0.0490 \pm 0.0007$$

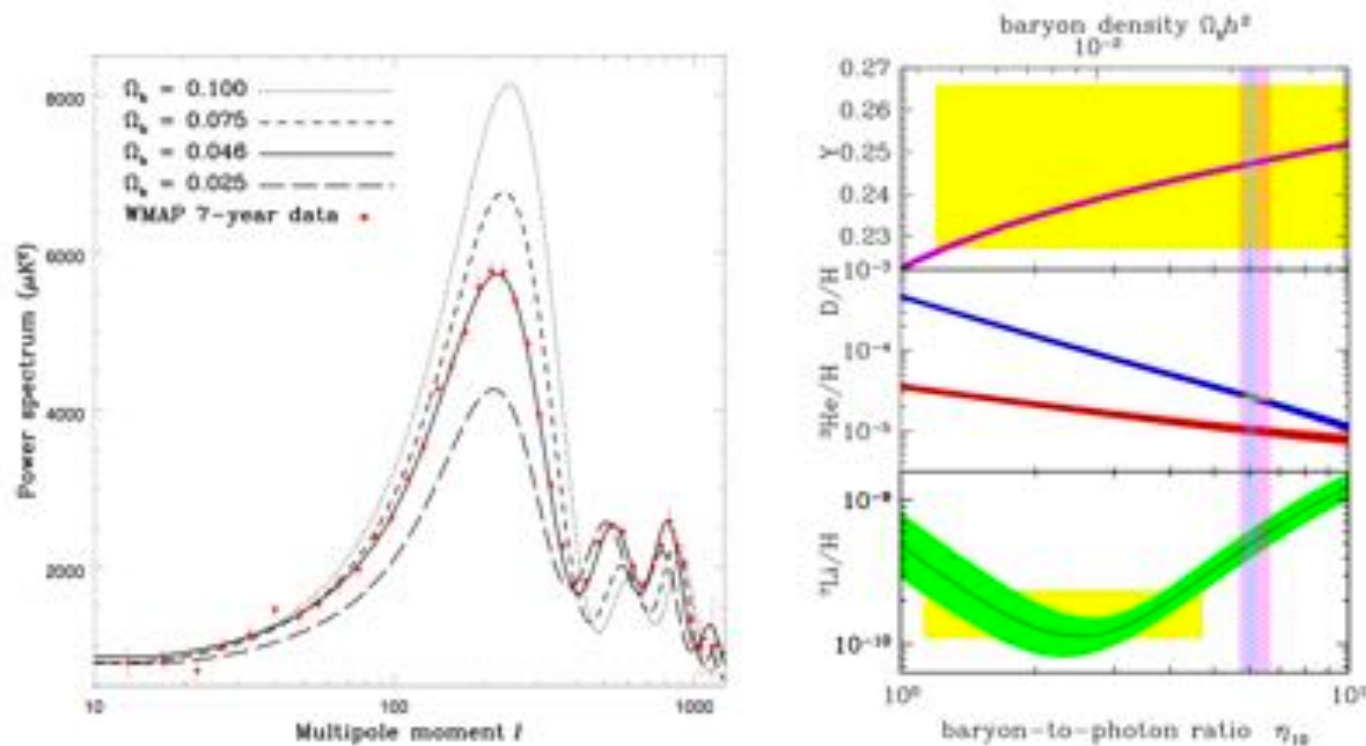


Figure 1: Sensitivity of the first acoustic peak in the Cosmic Microwave Background to the average baryon density of the Universe (left frame). Concordance between the cosmic abundance of the lightest elements and the baryon density as required by Big Bang Nucleosynthesis (right frame). (Taken from [13] and [8])

Cosmologie

- Deuxième livraison Planck : conférence Ferrare, matière noire, masse neutrinos, polarisation, analyse Planck/BICEP2
- Au delà de Planck:
 - Equipes IN2P3 fortement impliquées dans R&D QuBIC, NIKA, vers COrE
 - Plusieurs groupes visibles dans le domaine des détecteurs cryogéniques
- > 20 ans de développements détecteurs cryogéniques et de la cryogénie TBT spatiale ou sol :
- Groupe de travail CNES – CNRS – CEA (en cours), vers une participation visible à mission type COrE+ ?

Fait marquant 2014

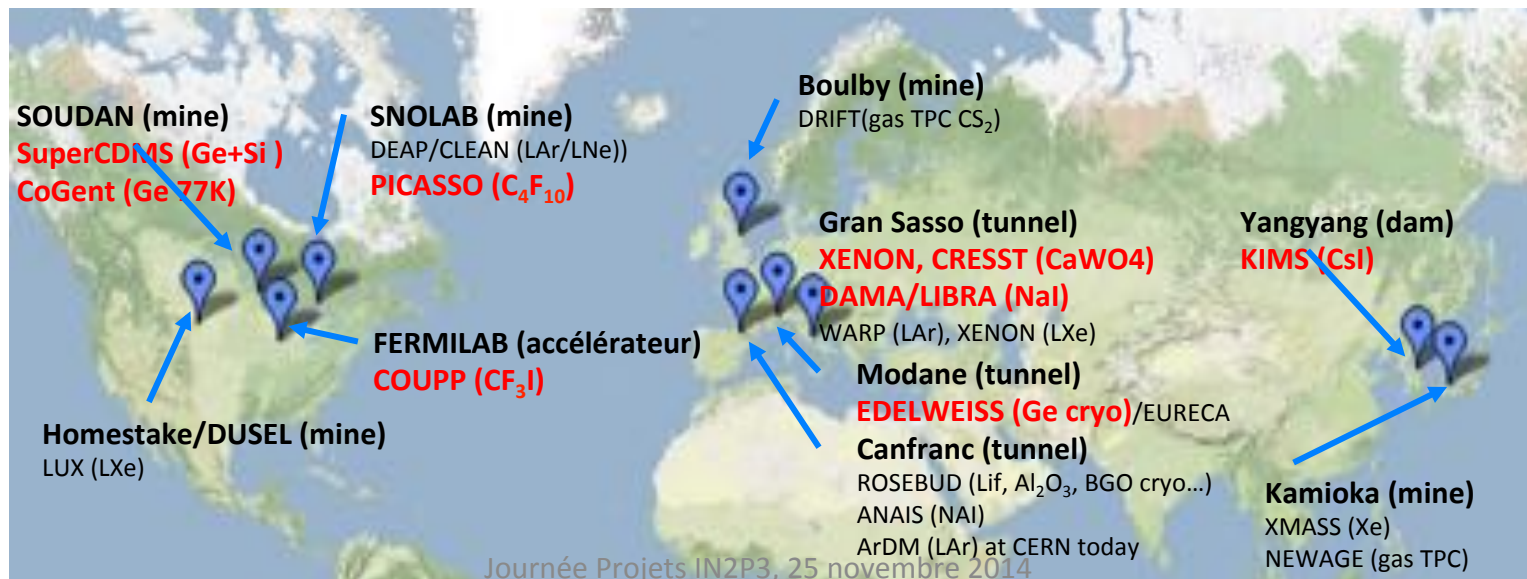


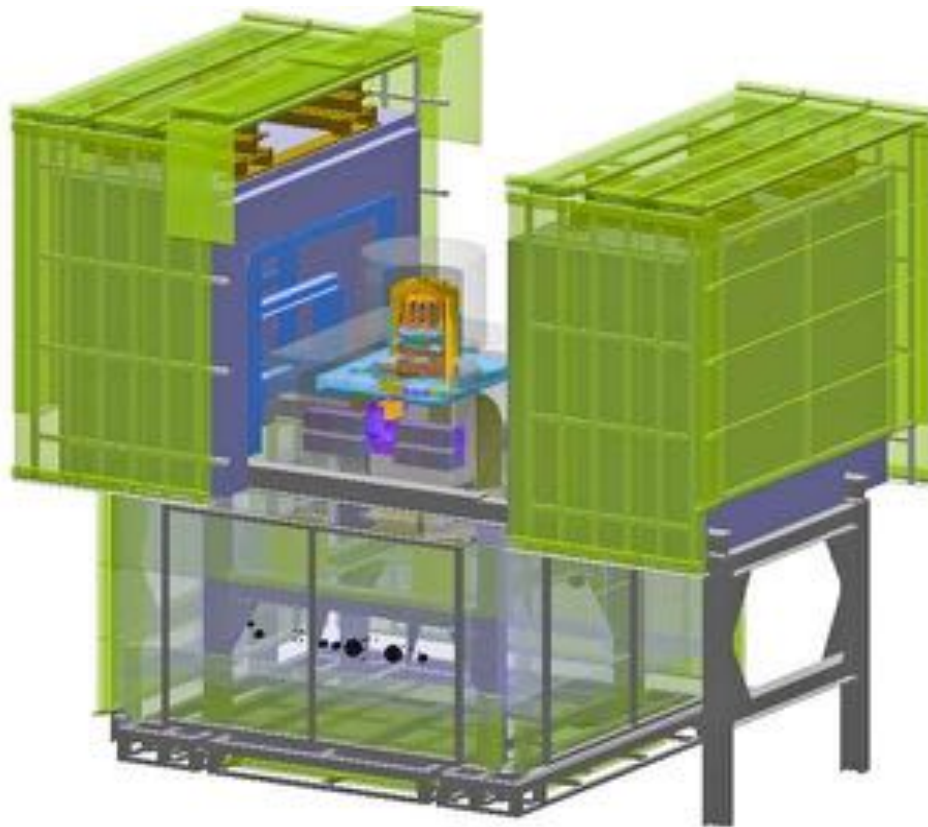
Brent Tully, Hélène Courtois
(IPN Lyon),
Daniel Pomarède (CEA IRFU)

> 2 500 000 visions de la vidéo
de Nature (record absolu...)

Recherche directe de WIMPs: la compétition internationale...

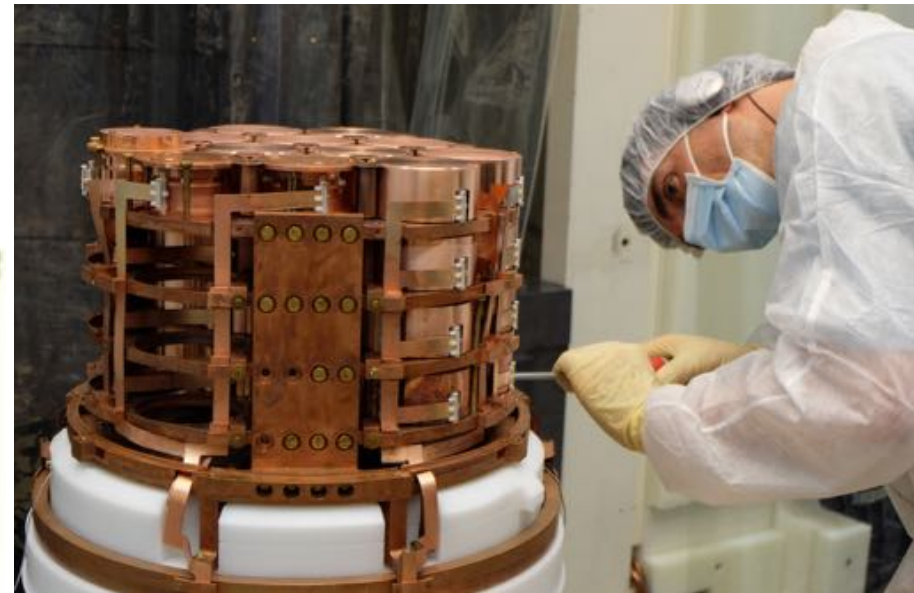
- SuperCDMS @ Soudan Mine, @ SNOLab
- EDELWEISS-III (cryo Ge @ Fréjus)
- XENON-100 @ Gran Sasso (and XENON-1ton)
- CRESST-II (cryo CaWO_4 , ZnWO_4) @ Gran Sasso
- DarkSide, ArDM (liquid argon)
- DAMA/LIBRA (NaI, Xe) @ Gran Sasso
- SIMPLE, MACHe3, ORPHEUS (Bern)
- XMASS @ Japan
- Future experiments: XENON-nton, GEODM, EURECA, LZ (LUX-ZEPLIN)





EDWIII Geant4 model

Nov 2014



Installation of the 36 FID800 detectors at LSM

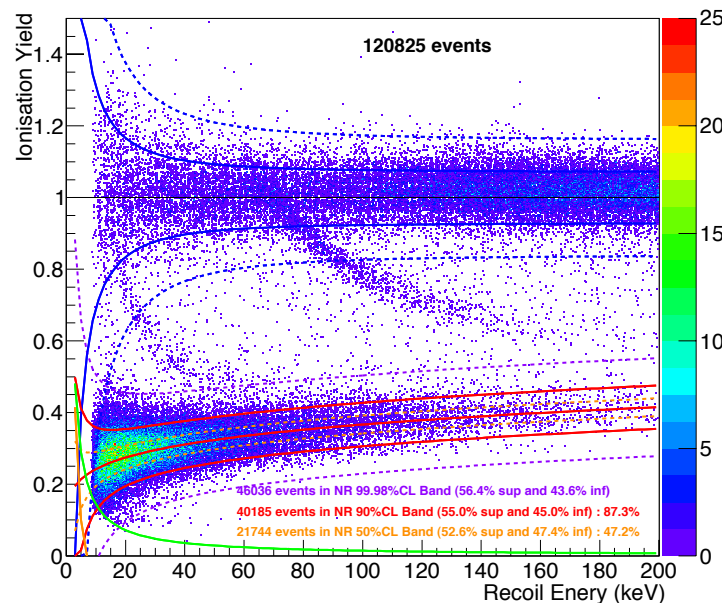


EDELWEISS

EDELWEISS-III : Situation 2014

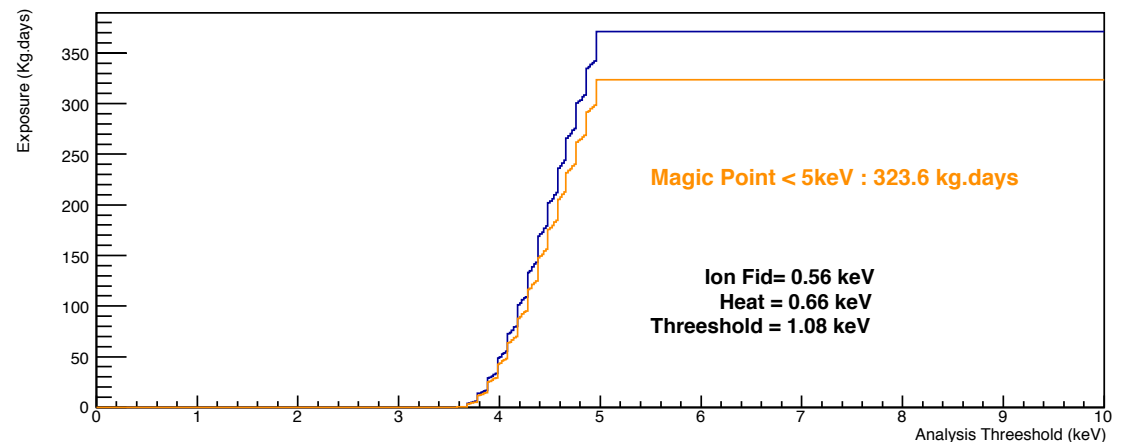
- Installation des 36 détecteurs FID800
- **Run recherche de WIMPs lancé en Juillet 2014**
- **500 kg.jour sur disque pour Wimps « standard » ($>10\text{GeV}$)**
 - résolution moyenne FWHM 600eV ionisation, 1keV chaleur, seuil 1.7keV
- **330 kg.jour pour les basses masses ($< 10\text{GeV}$)**
 - résolution moyenne FWHM 550eV ionisation, 650eV chaleur, seuil 1.1keV

Vers les 3000 kg x jour



Calibration Neutron (ensemble des détecteurs)

Nov 2014

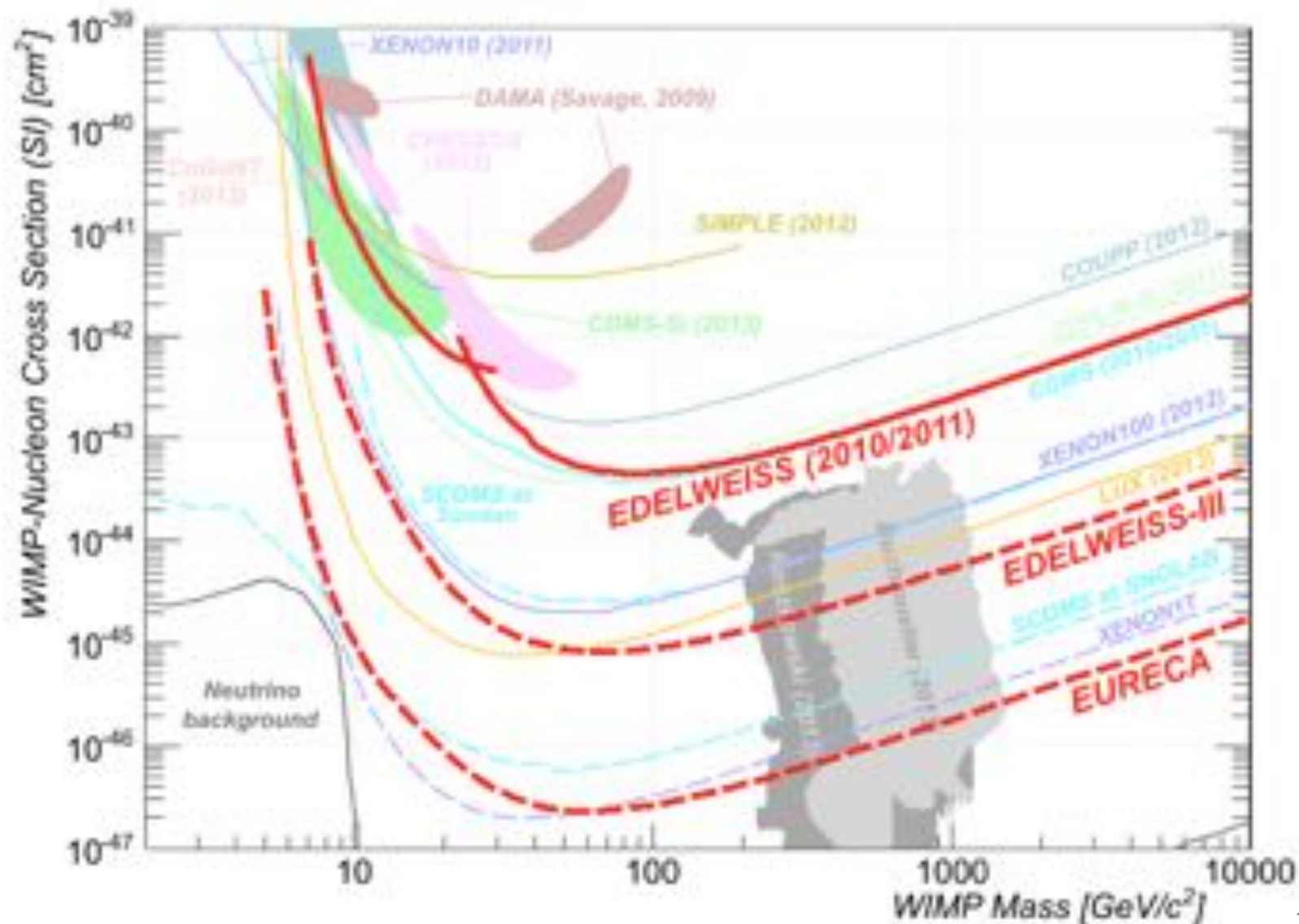


Exposition Totale au 19/11/2014 pour l'analyse basse Masse

EDELWEISS

Dark Matter Direct Detection: EDELWEISS-III (vs. LUX)

<1 evt total background estimated for 3000kg.d eff. exposure



(Courtesy ...)

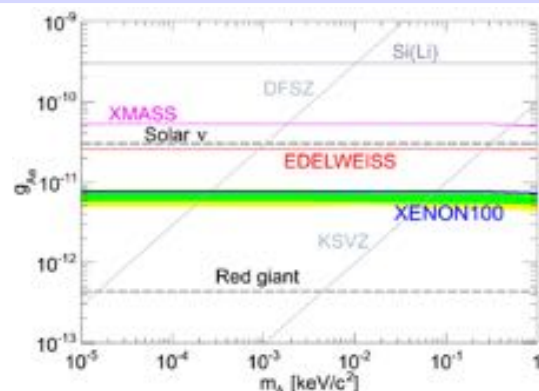
La recherche directe de matière noire avec du xénon liquide: **XENON100**, **XENON1T** et **DARWIN**

Depuis 2009 :
XENON100

161 kg
LXe

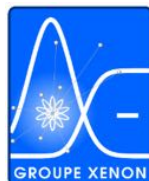
Nouvelles :

- XENON100 reste encore aujourd'hui l'un des détecteurs les plus performants au monde avec la recherche des axions.
- Encore en prise de données, avec déjà plus de 150 jours d'observation



Composition du groupe dans la Collaboration XENON:

Maxime le Calloch (PhD), Jean-Pierre Cussonneau, Julien Masbou, Kevin Micheneau (PhD), Luca Scotto Lavina, Dominique Thers



En construction
XENON1T

3600 kg
LXe

- Construction commencée en 2013.
- Premières données en 2015-2016.
- Augmentable jusqu'à 7 tonnes :
XENONnT prévue en 2018
(AAP Internationale XENONnT)

Nouvelles :

- Le calendrier est respecté
- Construction/installation au LNGS depuis août 2014 du système de stockage et récupération du xénon, ReStoX (sous la responsabilité de Subatech)

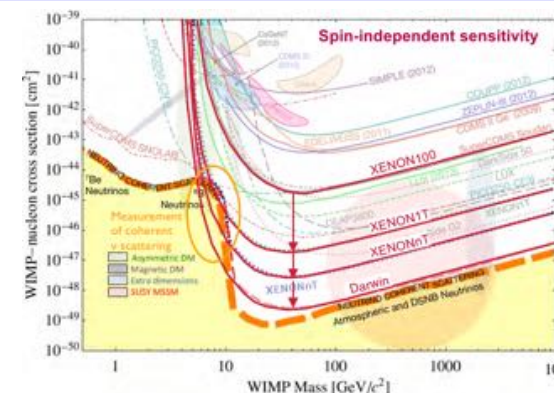


Le futur vers 2020:
DARWIN

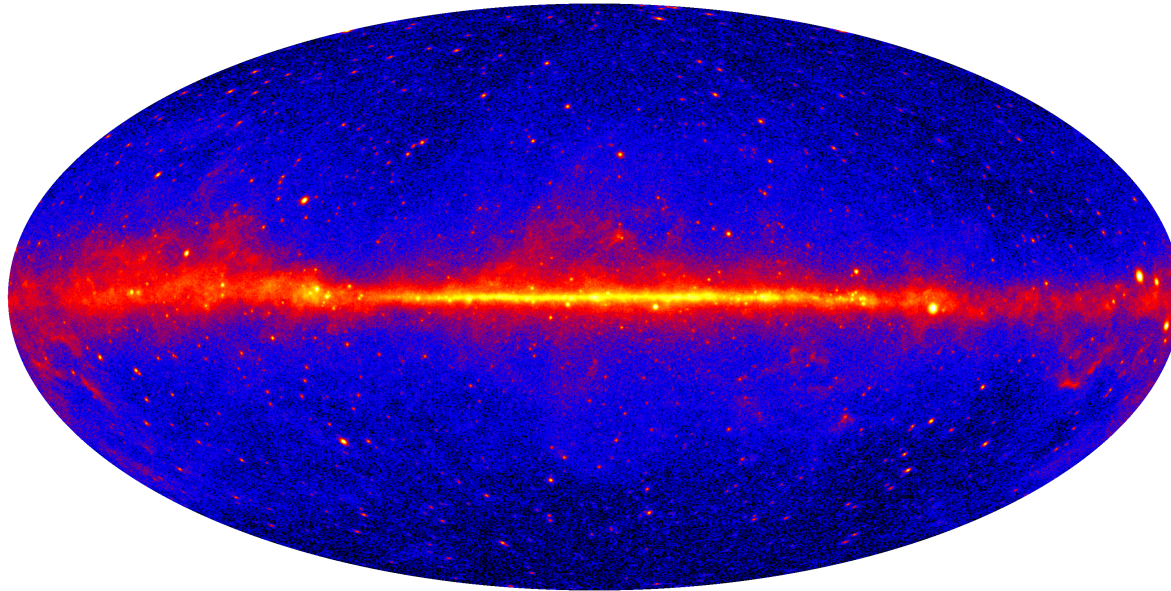
- Collaboration en augmentation :
22 instituts
- DARWIN regroupe des communautés DDM Argon, Xénon et des groupes neutrino, physique des hautes énergies et théoriciens.
- Études lancées pour un détecteur 20 tonnes xénon et/ou 50 tonnes argon
- Recherche divisée en 8 groupes des travaux principaux (WP).

Nouvelles :

- Soumission au programme Horizon2020 INFRADEV (RIA, Research and Innovation)
- Subatech responsable du WP (Liquid targets)



Astronomie gamma: FERMI, H.E.S.S., vers CTA



Fermi

Ciel en rayons gamma
au-delà de 10 GeV,
après 5 ans sur orbite.
Cinq cents sources y
apparaissent.

Liste Fermi de sources “dures” générée par une équipe internationale
pilotee par Pascal Fortin (LLR) et David Paneque (MPI-Munich)

Analysis coordinator : Philippe Bruel (LLR et SLAC)

Fermi collaboration >300 articles, >18000 citations

Sous coordination IN2P3 : >55 papiers, >3700 citations

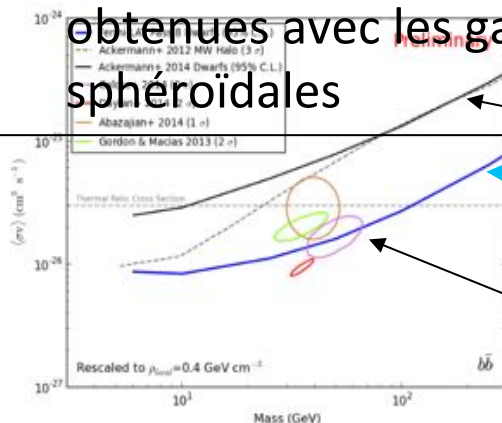
FERMI : astronomie gamma entre 10 MeV et 500 GeV

Pass 8 : nouvelle version des données

- Révision complète de la reconstruction et de la selection des événements
- $>+25\%$ en acceptance et une meilleure resolution angulaire : $\sim+40\%$ en sensibilité

Recherche de matière noire

- Excès d'émission gamma au centre galactique par rapport à l'émission diffuse
- Vérification/interprétation en cours
- En tension avec les contraintes obtenues avec les galaxies naines sphéroïdales:

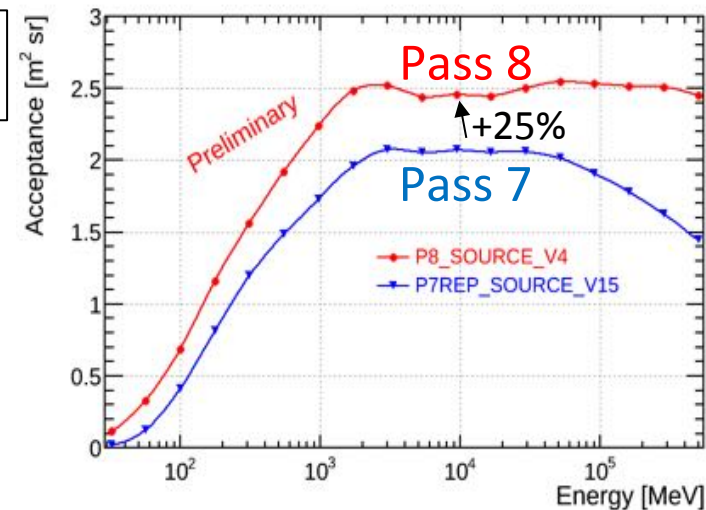


Naines sphéroïdales:

- Fermi Pass 7
- **Fermi Pass 8**

Excès centre galactique

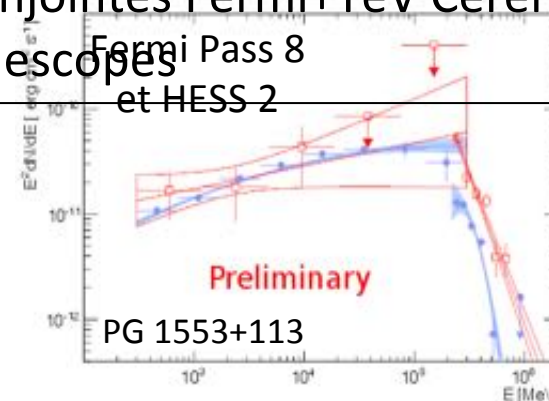
LLR
LUPM



Synergie GeV-TeV

CENBG/LLR

- Nouveau catalogue Fermi de sources au dessus de 50 GeV (>300 sources)
- De nombreuses analyses conjointes Fermi+TeV Cerenkov telescopes



Astronomie gamma au sol : HESS-2, CTA



H.E.S.S.: High Energy Stereoscopic System

Un ensemble de quatre télescopes de 12 m de diamètre (depuis ≈ 10 ans) et

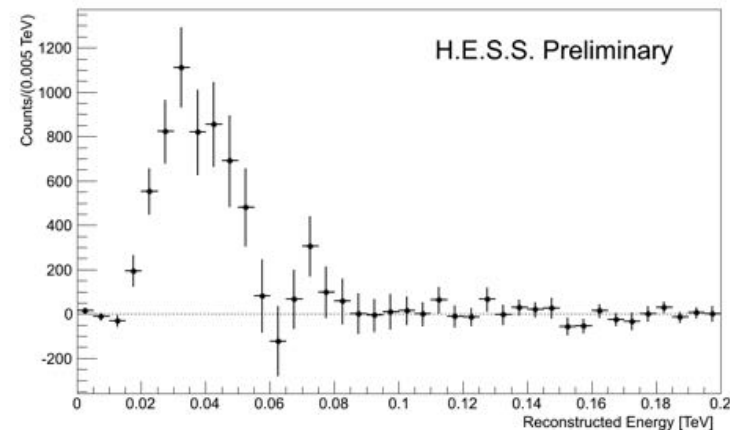
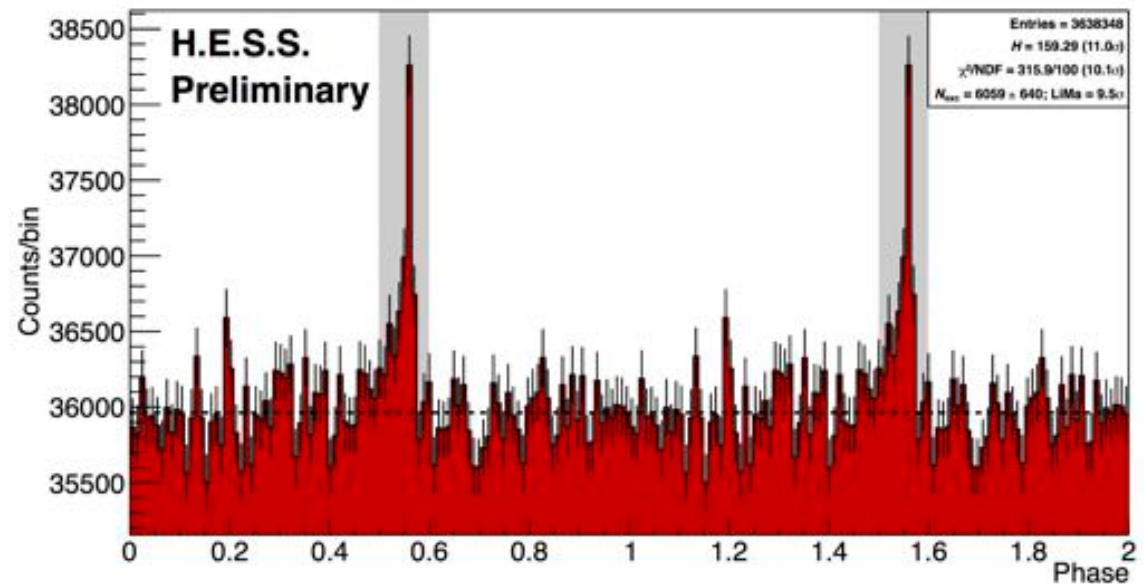
1 télescope de 28m diamètre (inauguré en septembre 2012)

Site: Namibie (1800 m)



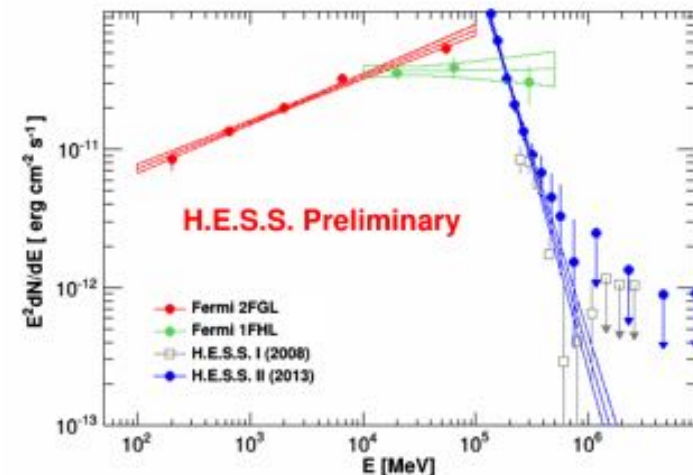
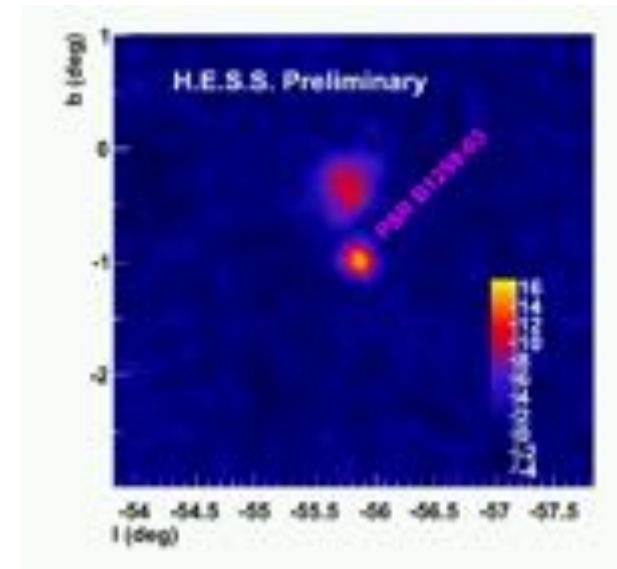
Vela avec H.E.S.S. II

- Première détection pulsée à ~ 30 GeV
 - Significativité 9.5σ
 - $N_{\text{excess}} = 6059 \pm 640$
- Implication forte de l'IN2P3 (LLR-APC)
- Etudes spectrale en cours
 - Composante H.E.?

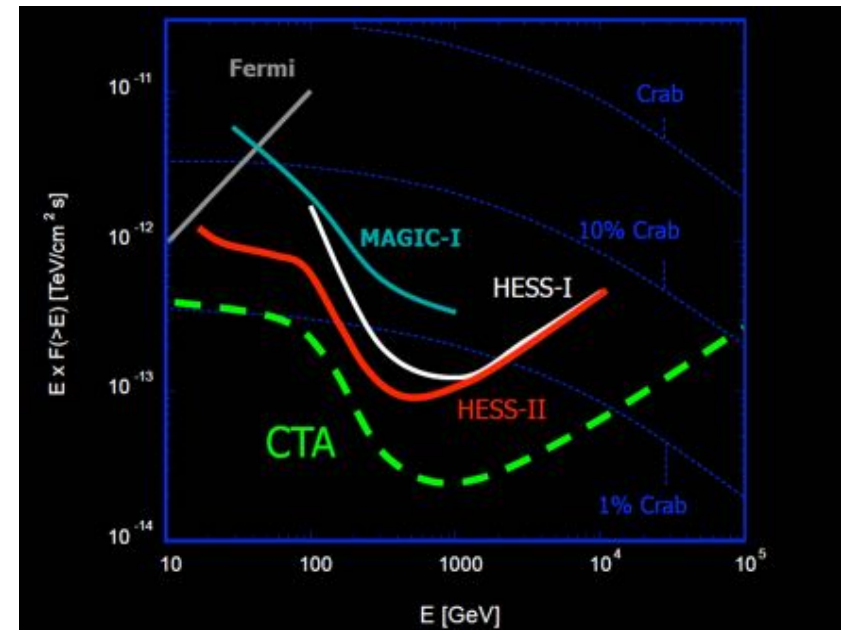
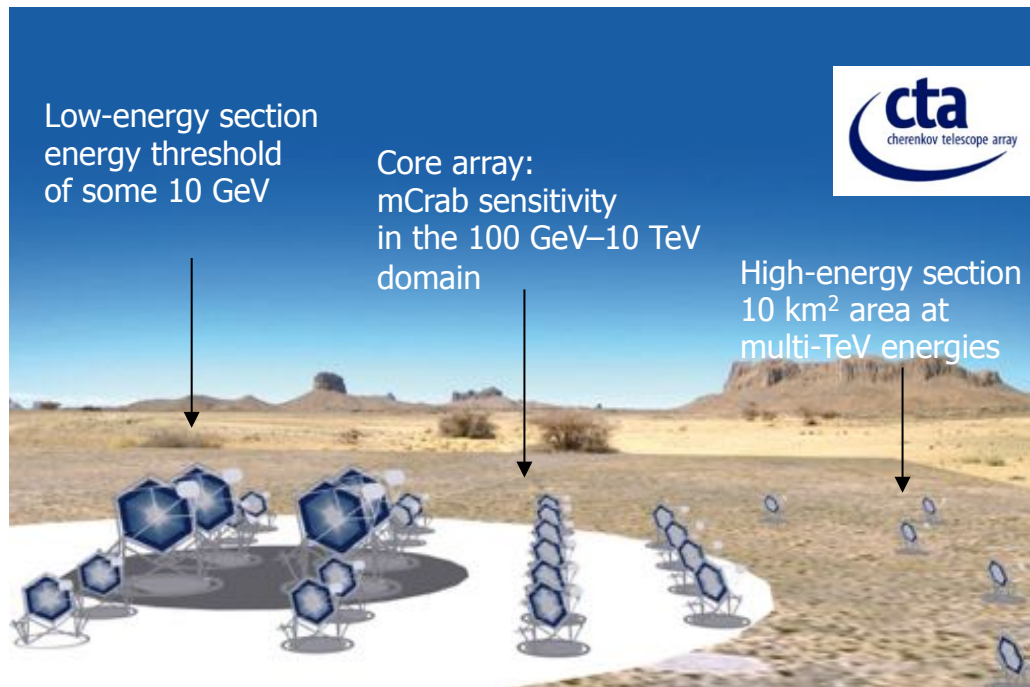


Nombreux résultats à venir

- Campagne d'observation du système binaire PSR B1259-63
- Spectre du centre galactique
- Spectre de Vela
- AGNs
- Analyse hybride en cours de déploiement
- Système de réponse aux sursauts gamma opérationnel
-
- Phase d'exploitation en cours
 - Les français jouent un rôle très important dans les analyses mono et hybrides
 - Effort particulier sur les systématiques

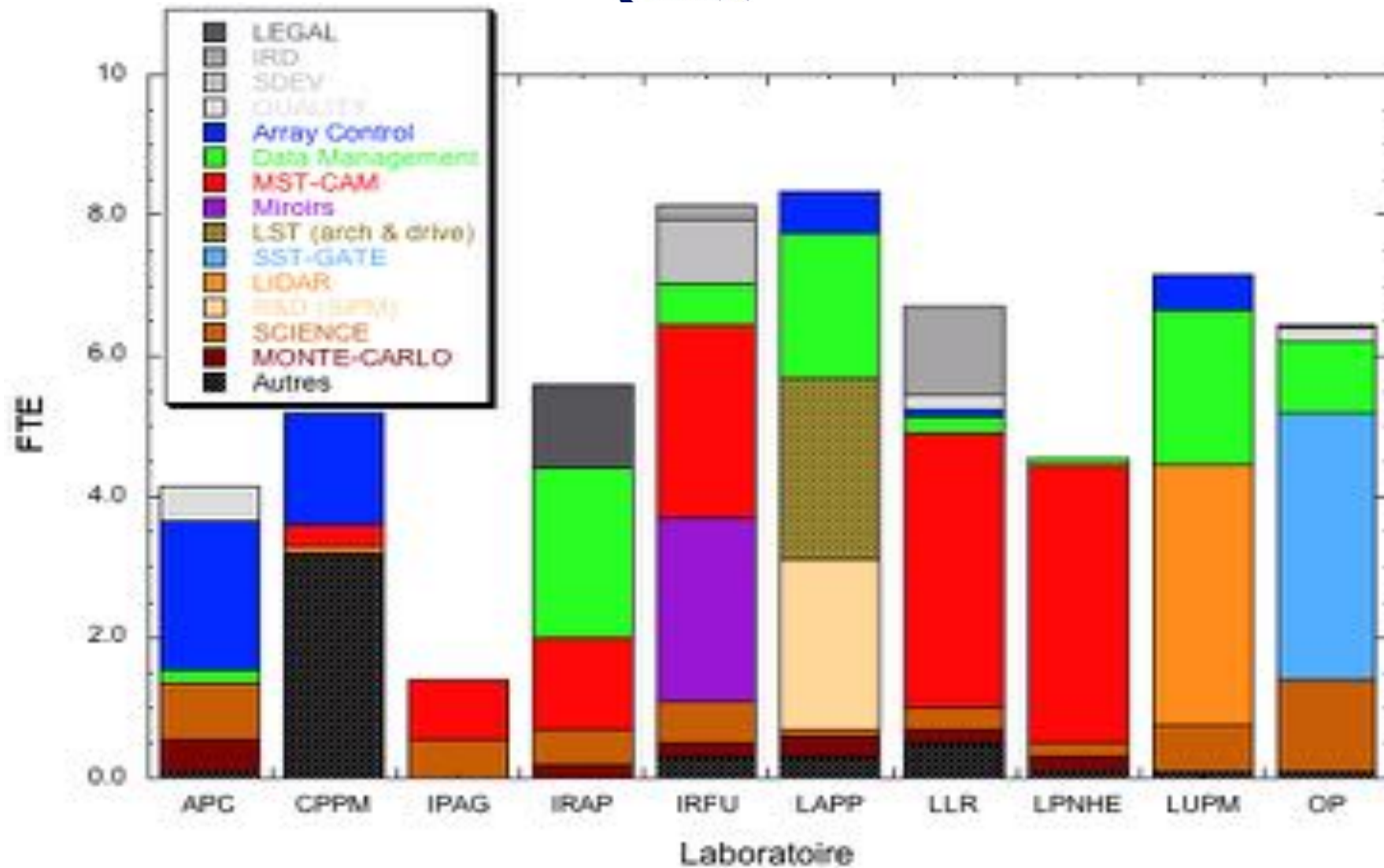


Cherenkov Telescope Array – CTA



- **Higher sensitivity at TeV energies (x 10)**
more sources, details in extended sources
- **Lower threshold (some 10 GeV)**
pulsars, distant AGN, source mechanisms
- **Higher energy reach (100s of TeV)**
cutoff region of Galactic accelerators

- **Wider field of view**
extended sources, surveys
- **Improved angular resolution**
structure of extended sources
- **Higher detection rates**
transient phenomena



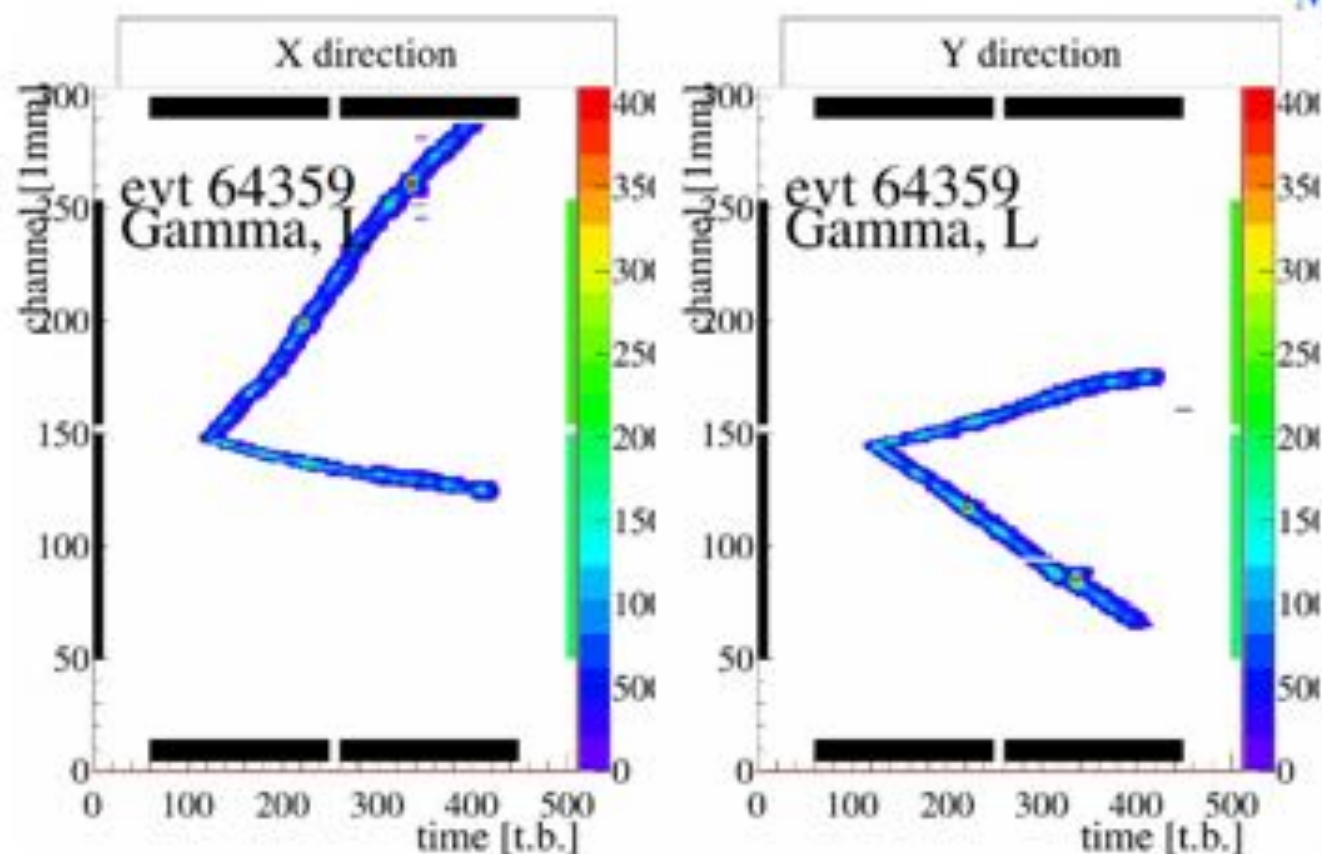
Contributions visées par les laboratoires IN2P3, INSU et CEA

Vers l'entrée dans CTA ?

- Déjà accepté par l'Allemagne (51 M€), Italie et Espagne annoncent des financements importants (≈40 M€ Espagne)
- GmbH CTAO créée en juillet 2014 (Allemagne, Italie, Suisse)
- En France, paysage TGIR (très) encombré : entrée fin 2016 ou début 2017 ?
- Priorité actuelle : démonstrateur NectarCam, positionnement sur moitié des caméras MST
- Opportunité mécanique LST (reprise par l'Italie si pas d'action française)
- Possibilité également de contribution calcul via le CC-IN2P3 (modèle de calcul CTA encore insuffisamment développé)

LMR

Conversion d'un γ de 11.6 MeV

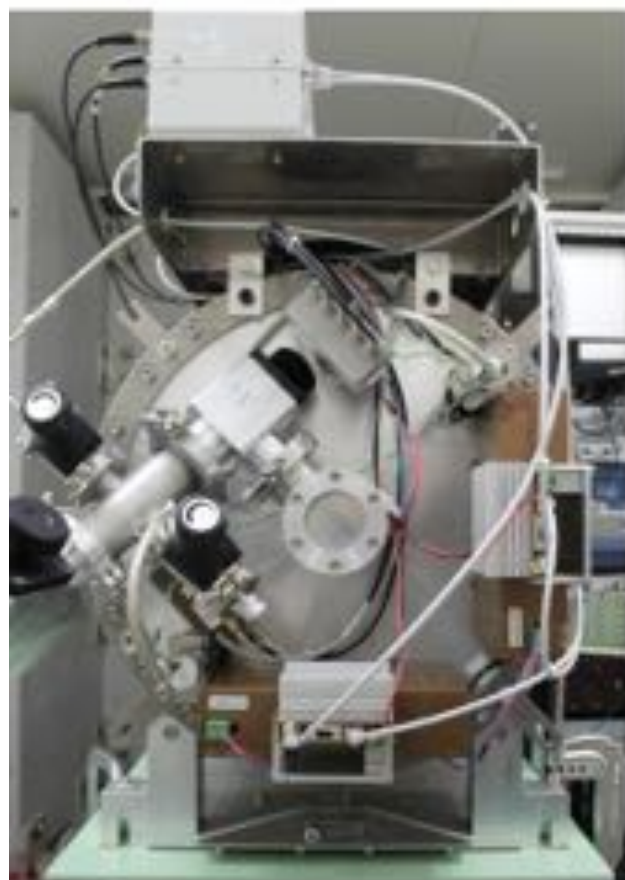


"cartes" x,t et y,t du signal reconstruit lors de la conversion d'un photon dans 2 bar d'Ar Iso-butane. (programme de monitoring).

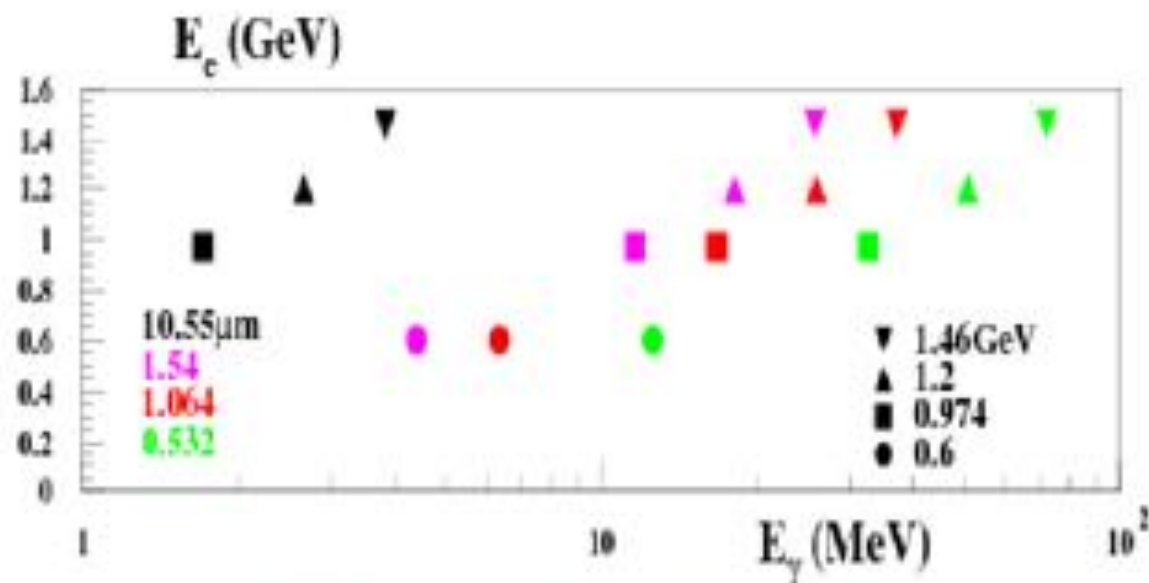
Nous sommes impatients de rentrer au pays et de commencer l'analyse.

HARPO en prise de données en faisceau de photons polarisés à NewSUBARU, Japon 20 oct. - 22 Nov. 2014

Astro γ de très haute performance et polarimétrie du MeV au GeV



Détecteur vu du faisceau



- Configurations (e^- , laser) enregistrées avant nov 17.
- γ de 1.7 à 72 MeV par inverse Compton scattering d'électrons 0.6 à 1.5 GeV sur un laser.
- $P \sim 1$ (polarimétrie) ou $P \sim 0$ (étude des systématiques)
- ~ 10 My enregistrés.
- Excellent comportement du détecteur à haut flux (gas en mode scellé, distorsions, trigger, étincelles ..)

Rayons cosmiques: AMS

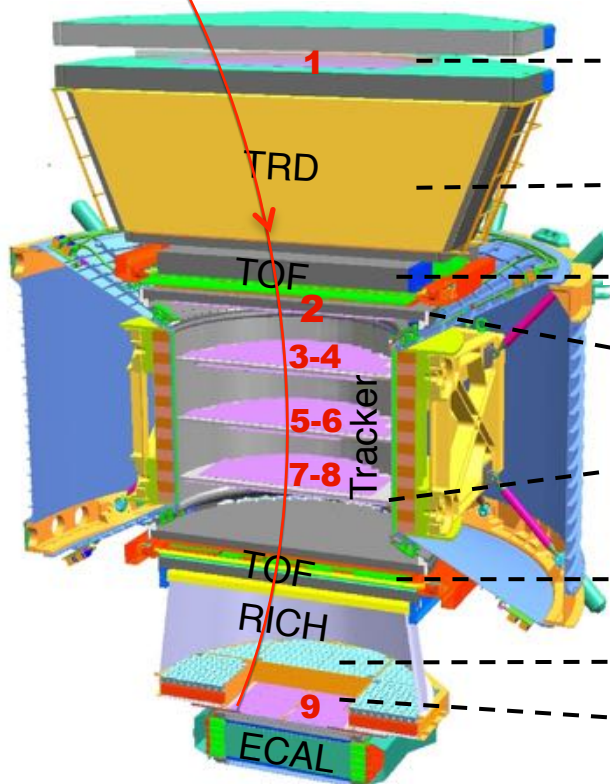


May 19, 2011: AMS installation completed at 5:15 AM.

Journée Projets IN2P3, 25 novembre 2014
Data taking started at 9:35 AM

Contributions instrumentales IN2P3 :

- RICH (Imaging Cerenkov) et Calorimètre e.m.



1. Tracker Plane 1

2. TRD

3. Upper TOF

4. Tracker Planes 2-8

5. Lower TOF

6. RICH

7. Tracker Plane 9

Carbon (Z=6)

ΔZ (cu)

0.30

0.33

0.17

0.15

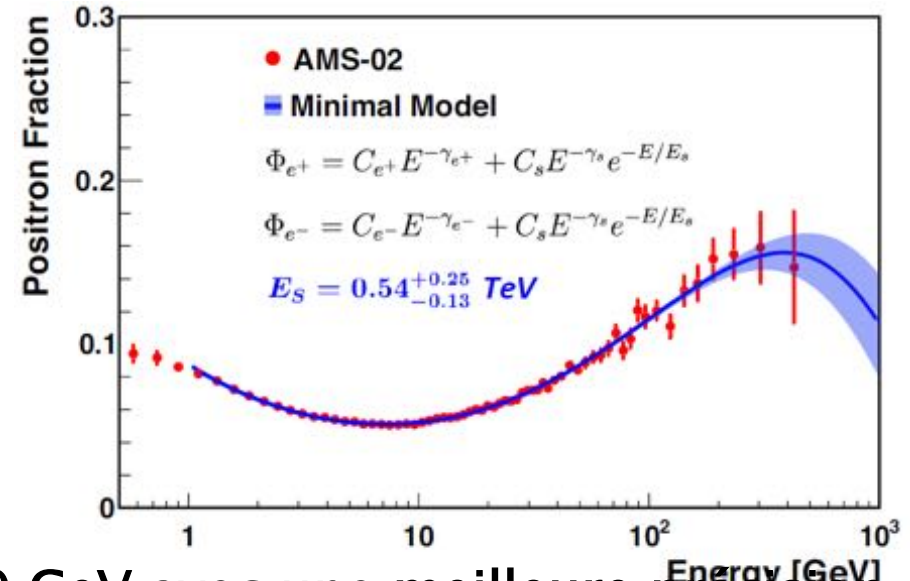
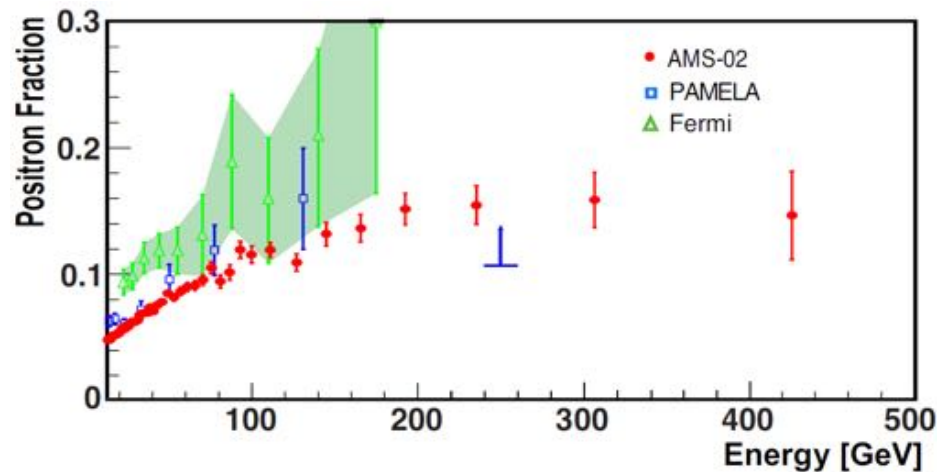
0.20

0.32

0.30

FRACTION DE POSITONS

- Mesure mise à jour en juillet 2014, publication à suivre



- Energie étendue jusqu'à 500 GeV avec une meilleure précision comparée à 2013
- **Source supplémentaire** est nécessaire après 10 GeV
 - Matière noire ? Pulsars ?
- **Fraction plate** à haute énergie
- But : mesurer encore à **plus haute énergie** pour discriminer
- entre **matière noire** et **pulsars**

Rayons cosmiques: AUGER

- **Upgrade du réseau de détection (sur 3000 km² !)**
 - Confirmation existence et amplitude de l'anisotropie
 - clarification de la situation sur la composition
 - interprétation de la coupure vers 10^{20} eV (GZK ou composition ?)
 - Proposition d'upgrade IN2P3 parmi les deux finalistes, mais finalement non retenu
 - **A noter, en parallèle (projet CNES – IN2P3): test EUSO-Ballon (succès cet été)**

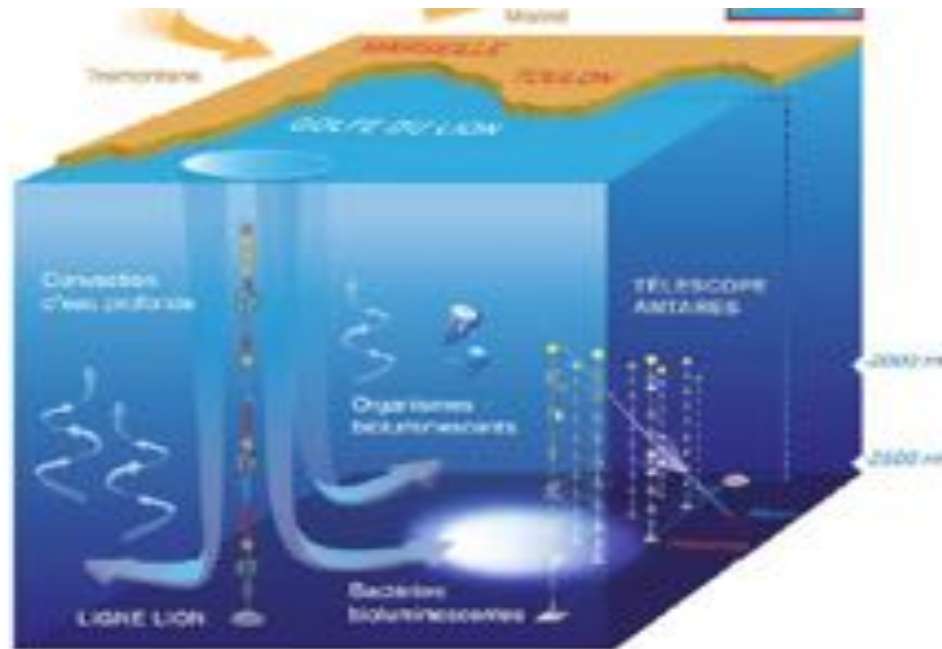
ANTARES

« Deep-sea bioluminescence blooms after dense water formation at the ocean surface »

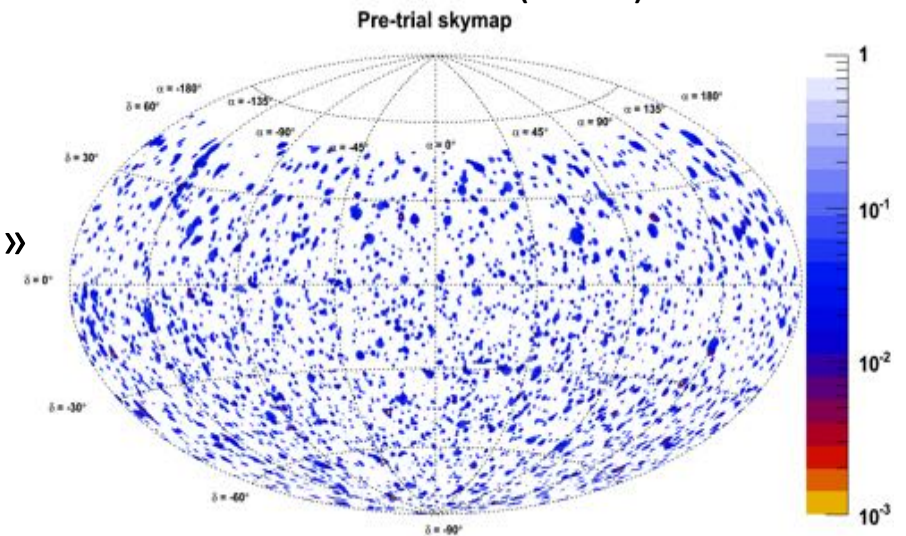
Prix "La Recherche" et "Coup de Coeur"

C. Tamburini, S. Escoffier et al.

PLoS ONE 8(7) 2013



Carte ciel neutrino (6 ans)



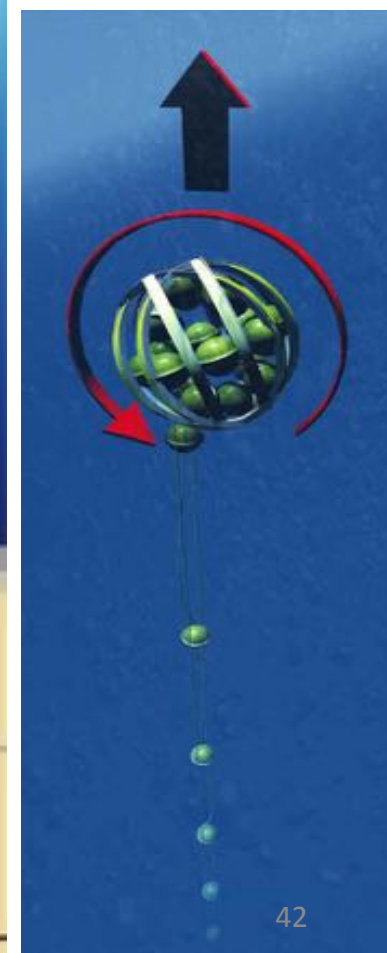
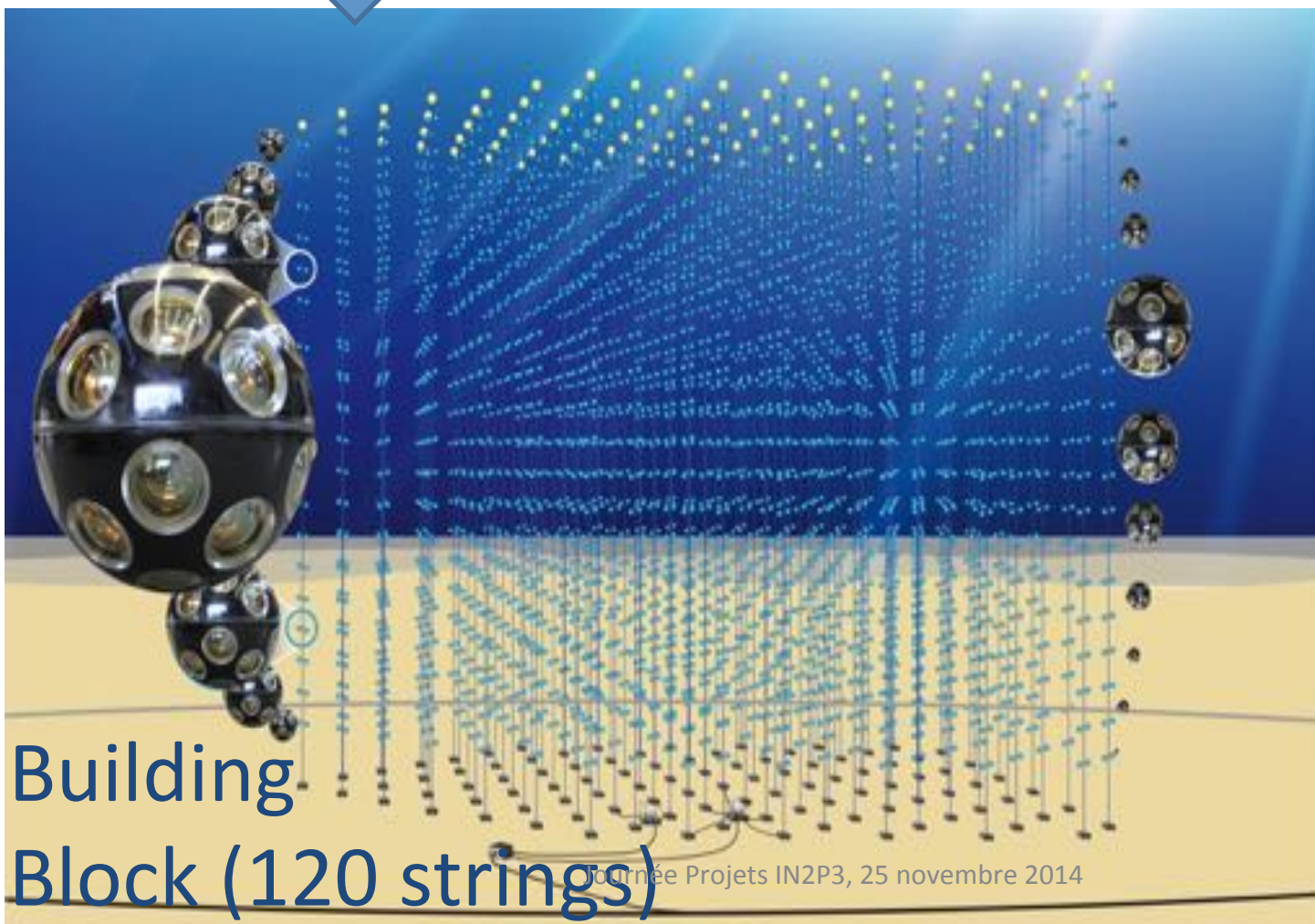
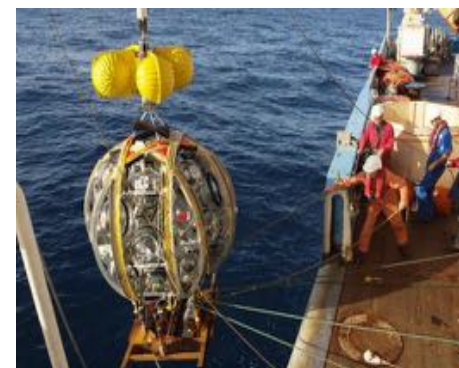
Recherche matiere noire-Soleil

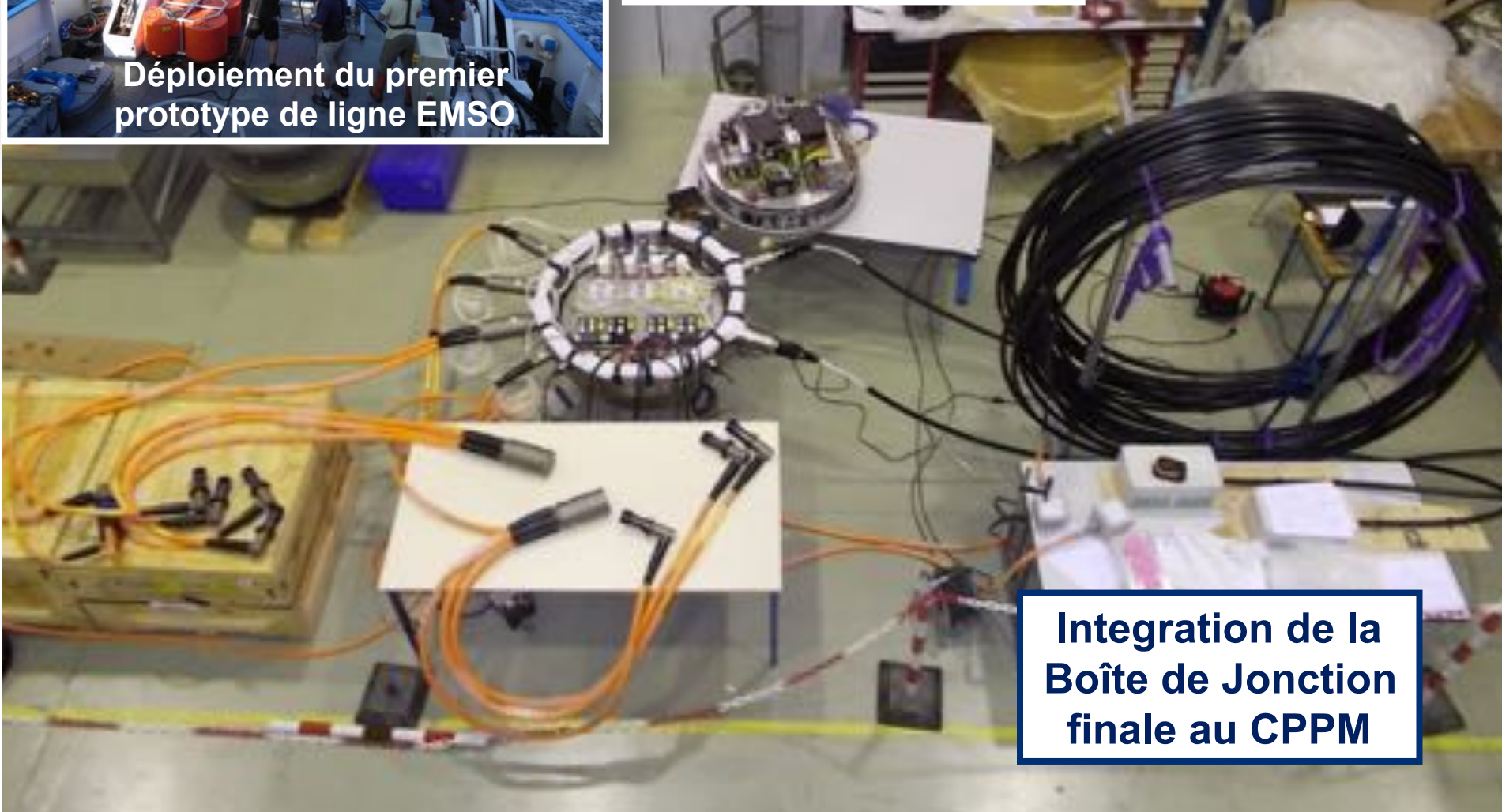
KM3

- Collaboration internationale visant à l'installation d'un détecteur d'au moins 1 km³ sous-marin
- Composantes principales françaises, italiennes, néerlandaises, (grecque)
- Un des rares projets à bénéficier de ≈ 40 M€ dans sa preparatory phase (dont $> \approx 20$ M€ Italie)
- Contribution française de loin la plus convaincante pour un financement de 7 M€ (CNRS, Région, FEDER, ...)
- Focalisation des efforts : ORCA (neutrino mass hierarchy) ?

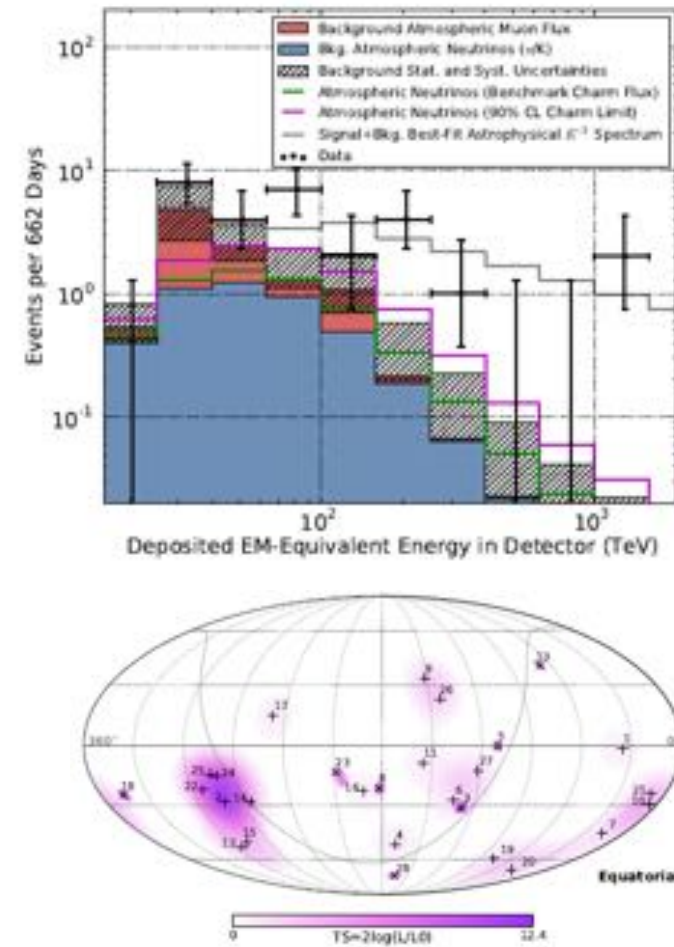
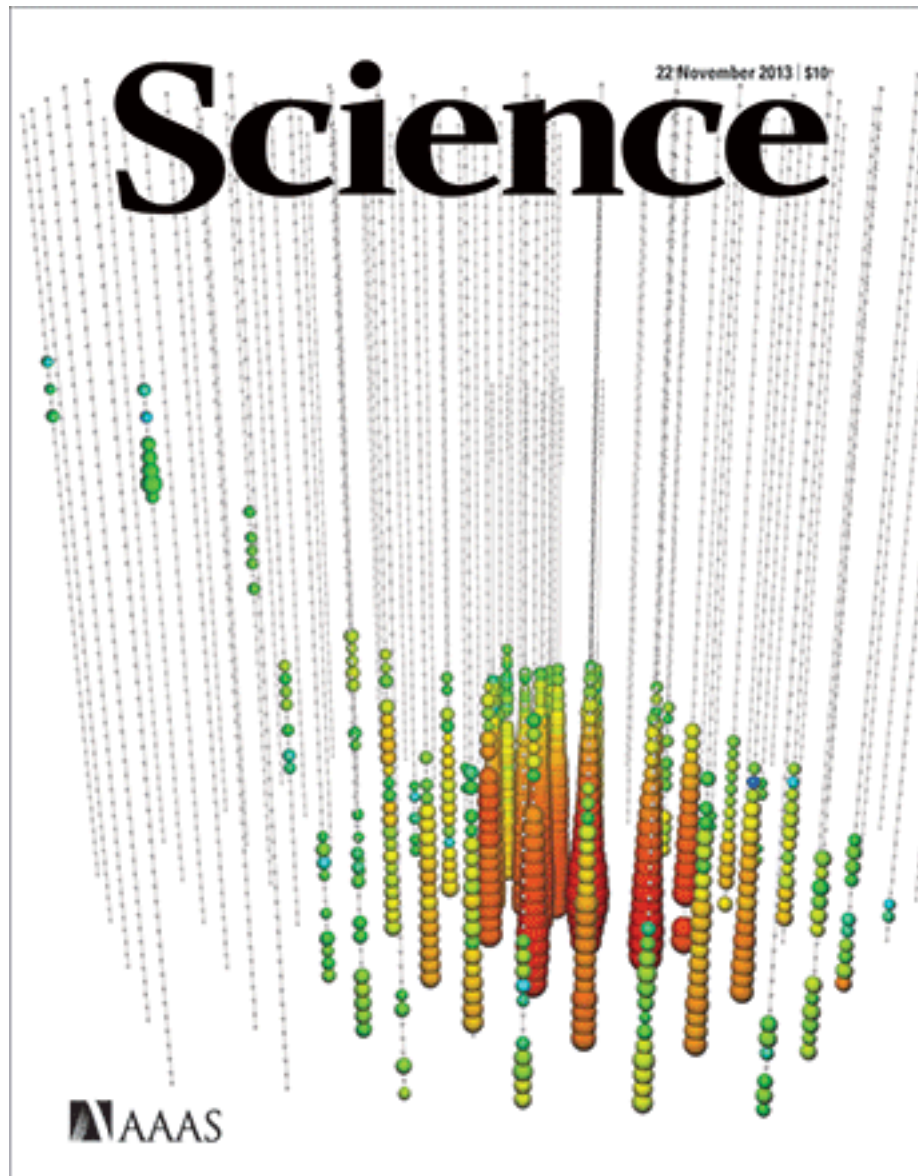


KM3NeT



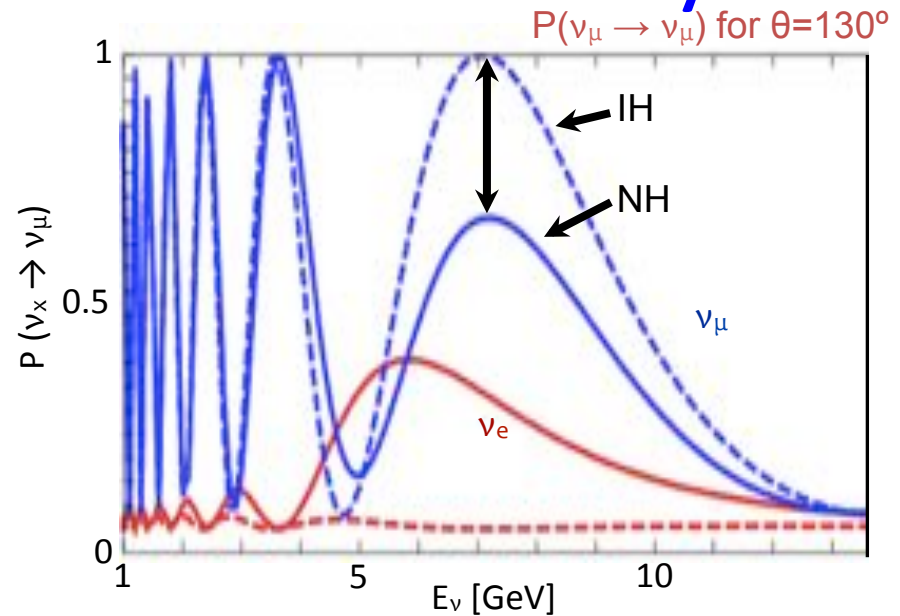
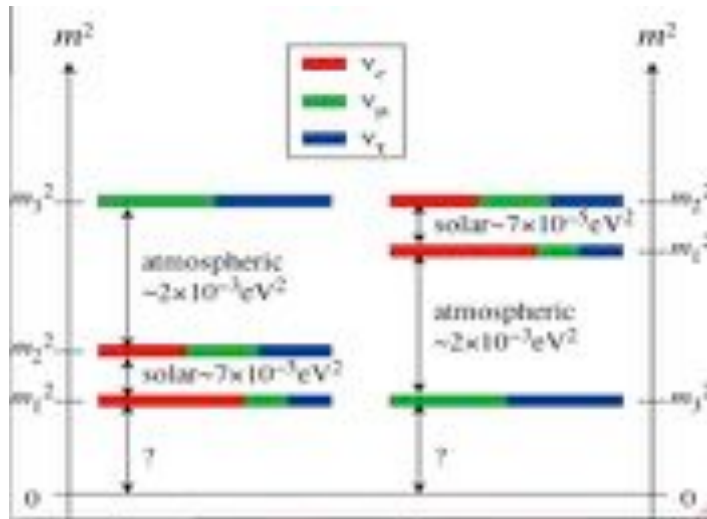


IceCube: diffuse signal for extraterrestrial neutrinos

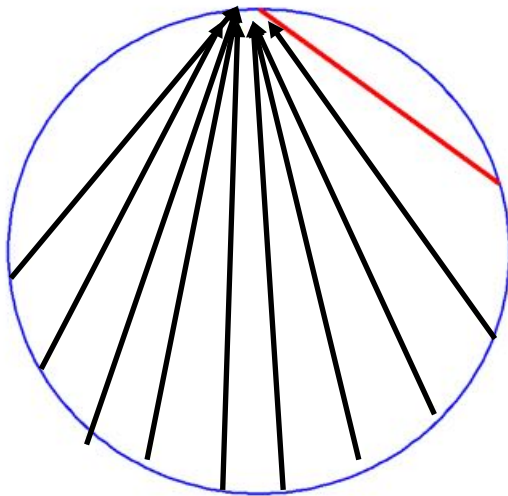


KM3NeT Phase 1.5 $\Rightarrow$
IceCube scale detector

The neutrino mass hierarchy

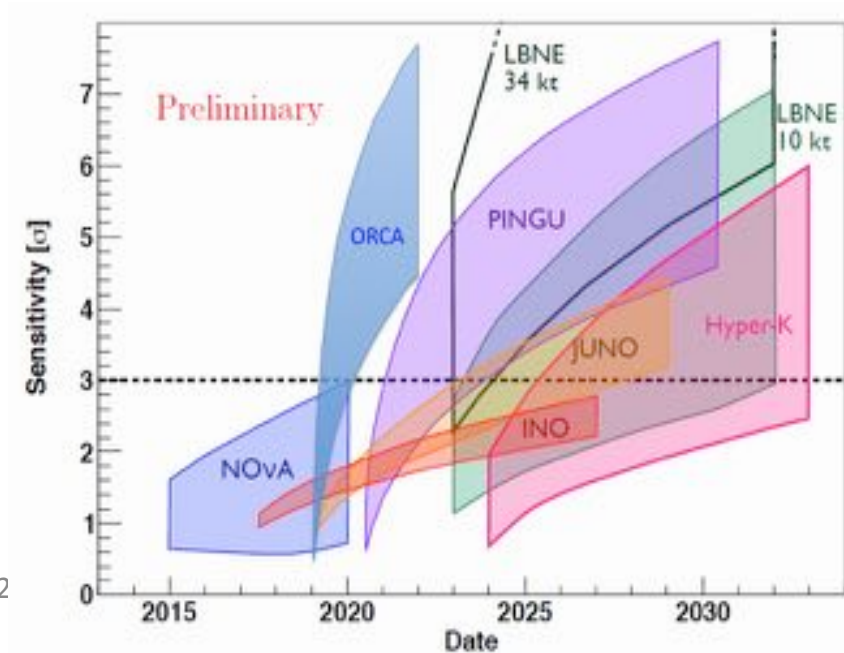


3 σ neutrino mass hierarchy in 2 yrs

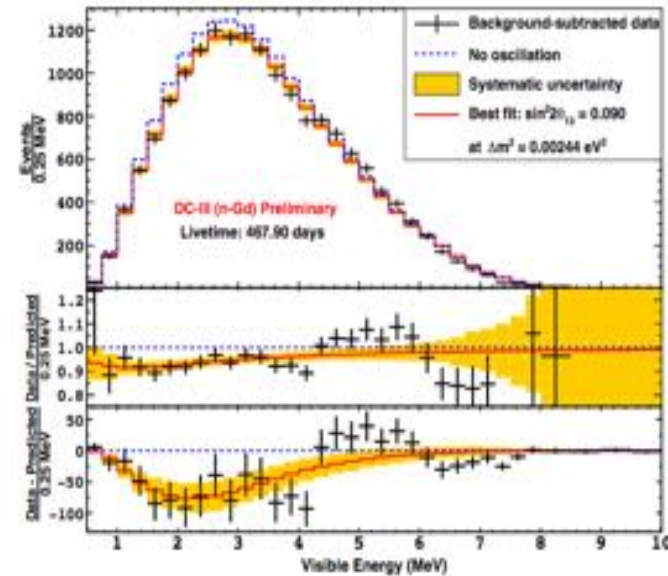
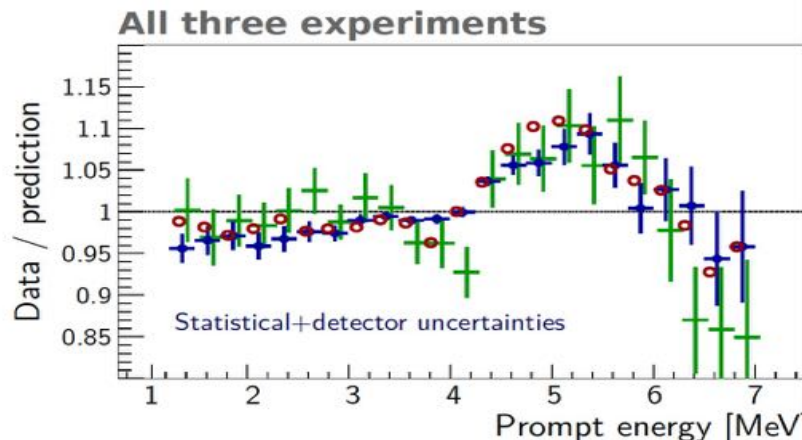
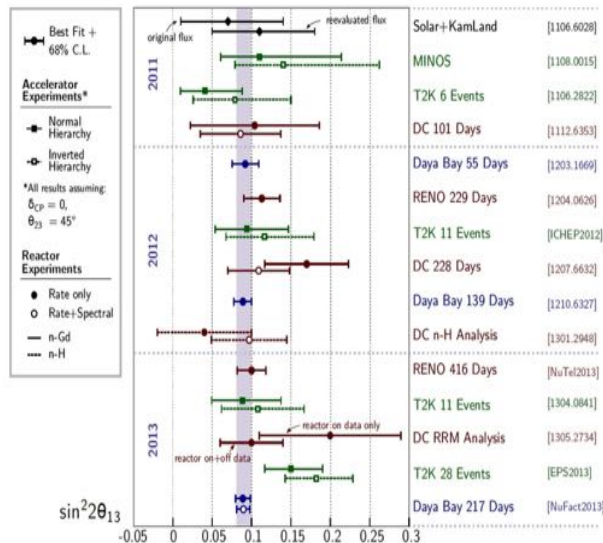


$\cos \Psi = 0.6$
Baseline = 7645 km
Inclination = 36.9°

Journée Projets IN2



DOUBLE CHOOZ: résultats récents sur θ_{13}



$$\sin^2(2\theta_{13}) = (0.09 \pm 0.03, (\chi^2/\text{n.d.f.} = 51.4/40))$$

JHEP 10 (2014) 086 & 1406.7763

3 sigmas since 2012,
Much smaller detector errors now
→ But wall of the reactor systematic error,
which will disappear with the near detector

- Distorsion du spectre des neutrinos réacteurs
(montré par DC en séminaire LAL en Mai, par RENO et DC à Neutrino14 début juin, puis confirmé par Daya Bay à ICHEP)
- Pas d'explications dans le cadre des données existantes

Fait marquant OPERA

4ème candidat $\tau \rightarrow h$



Decay channel	Expected signal $\Delta m_{23}^2 = 2.32 \text{ meV}^2$	Total background	Observed
$\tau \rightarrow h$	0.4 ± 0.08	0.033 ± 0.006	2
$\tau \rightarrow 3h$	0.57 ± 0.11	0.155 ± 0.03	1
$\tau \rightarrow \mu$	0.52 ± 0.1	0.018 ± 0.007	1
$\tau \rightarrow e$	0.61 ± 0.12	0.027 ± 0.005	0
Total	2.1 ± 0.42	0.23 ± 0.04	4



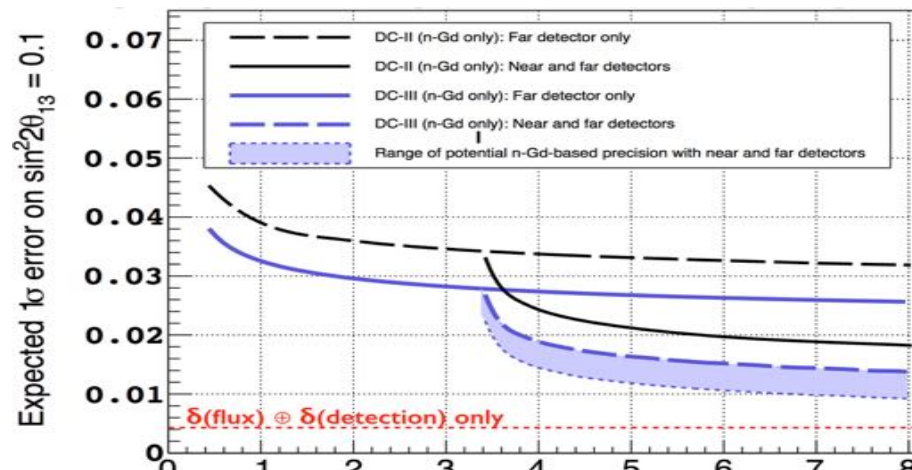
4.2 σ C.L.

DOUBLE CHOOZ: COMMISSIONING DU DETECTEUR PROCHE en cours

blindage supérieur du détecteur
(IN2P3-A.Givaudan-M.Karakac)

→ Prise de données neutrinos :
décembre 2014 avec les DEUX détecteurs

- Outer veto 15dec-15jan (Columbia-Chicago)
- Upper bridge 15 janvier (IN2P3)
- Glove box 20 janvier (UC Davis) → calibration



-Double Chooz atteindra une précision de .01 sur θ_{13} (mesure à 10%)

→ Un workshop entre les 3 expériences déterminera la valeur mondiale et discutera les erreurs systématiques (Daya Bay annonce une précision 2 à 3 fois meilleure)

Participation de l'IN2P3 à l'expérience JUNO

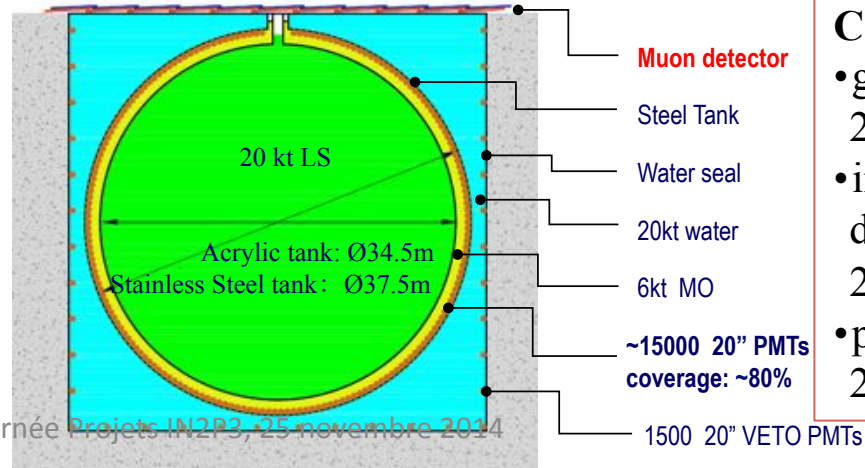
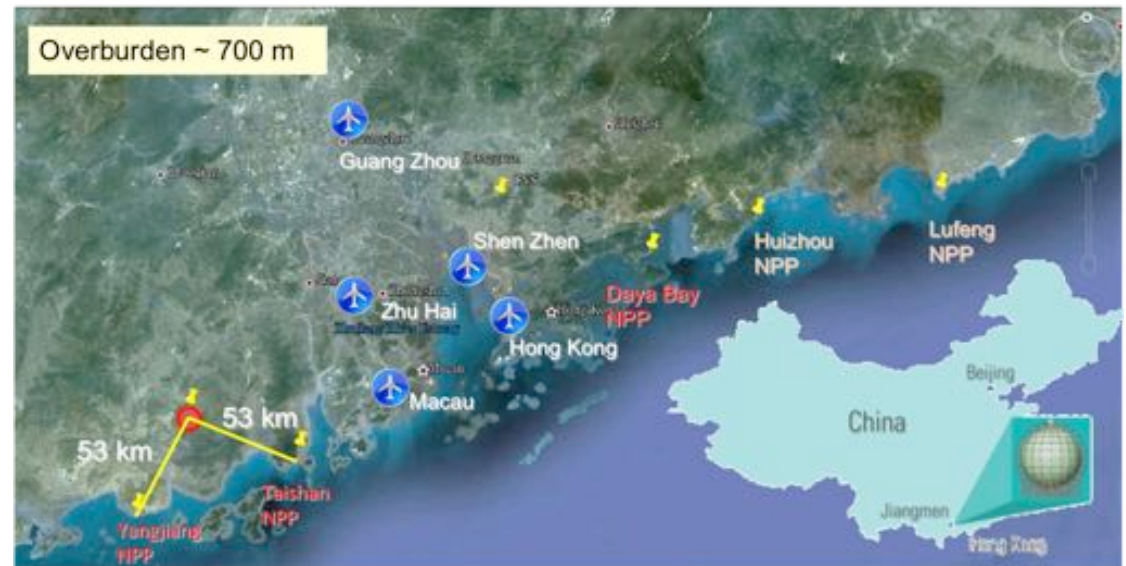
(APC, CPPM, IPHC, LLR, SUBATECH)

JUNO : 50 instituts, 20 européens

Objectifs de Physique:

- Mesure précise de la majorité des paramètres d'oscillations des neutrinos
- Résoudre le problème de la hiérarchie des masses des neutrinos ($>3 \sigma$ en 6 ans)
- Détection de neutrinos provenant d'explosions de supernovas
- Détection de géo-neutrinos
- Neutrinos solaires
- Neutrinos atmosphériques
- Recherches de physique exotique
- ...

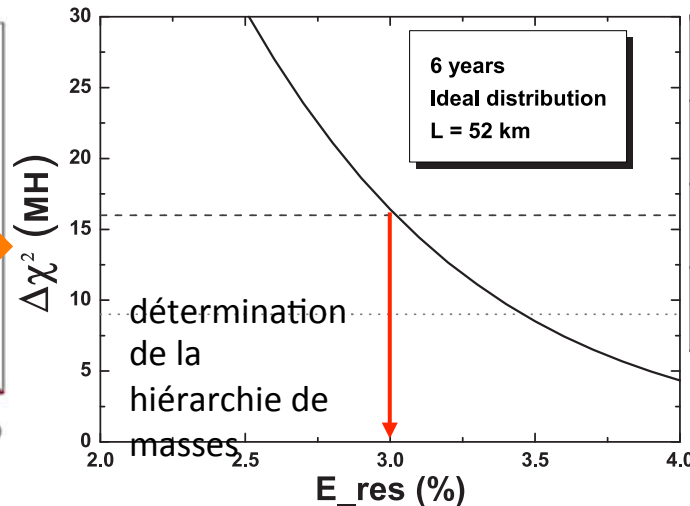
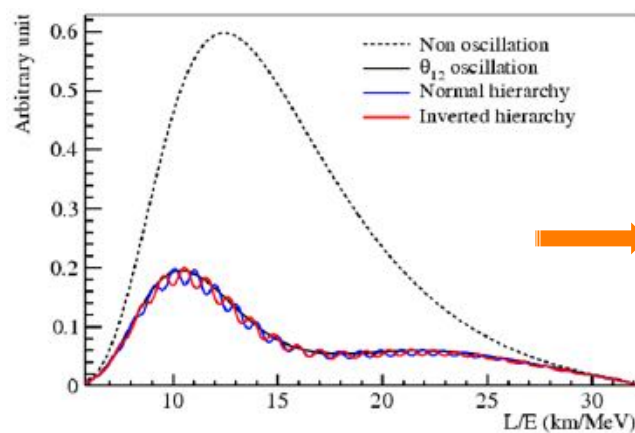
NPP	Daya Bay	Huizhou	Lufeng	Yangjiang	Taishan
Status	Operational	Planned	Planned	Under construction	Under construction
Power	17.4 GW	17.4 GW	17.4 GW	17.4 GW	18.4 GW



Calendrier

- génie civile:
2015-2017
- installation du détecteur:
2018-2019
- prise de données:
2020-

Participation de l'IN2P3 à l'expérience JUNO

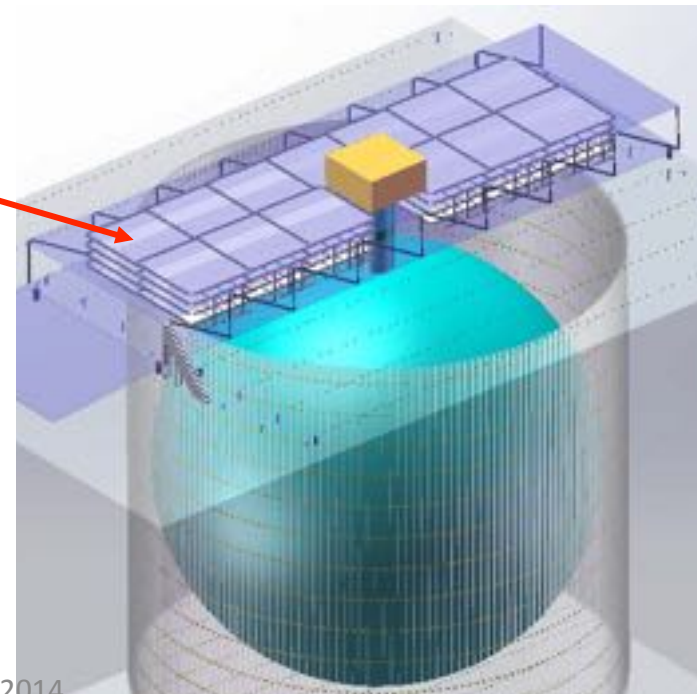


	Current	JUNO
Δm^2_{12}	$\sim 3\%$	$\sim 0.5\%$
Δm^2_{23}	$\sim 4\%$	$\sim 0.6\%$
$\sin^2\theta_{12}$	$\sim 7\%$	$\sim 0.7\%$

mesures de précision des paramètres d'oscillations après 6 ans de prise de données

Contributions IN2P3:

- Tracker à muons (étude des bruits cosmogéniques): Target Tracker d'OPERA (~ 4.5 M€)
 - **démontage d'OPERA: 2015-2016**
 - remontage dans JUNO: 2019
 - remplacement de l'électronique du TT: OPERA-ROC $\rightarrow$ MA-ROC3 (Omega)
- Détecteur central (cible neutrinos):
 - Design du détecteur: multicalorimétrie ($\rightarrow$ optimisation de la résolution en énergie)
 - Electronique/acquisition (avec Omega)
 - Radio-pureté
- Simulations et Analyses de physique



T2K

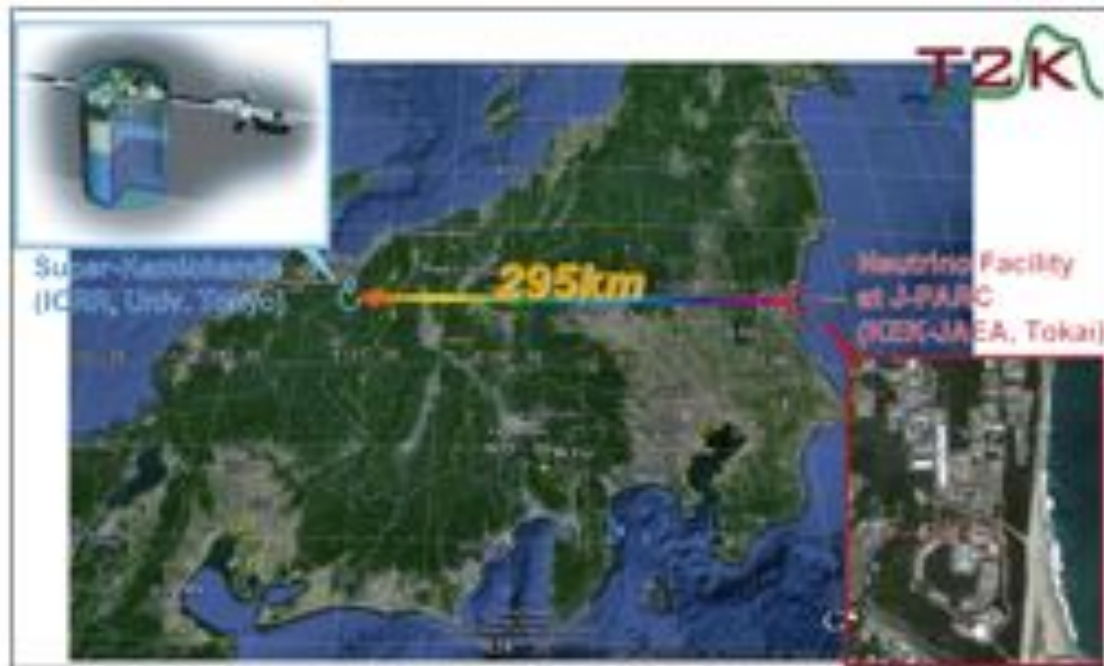


Figure 2. L'expérience T2K utilise un faisceau de neutrinos muoniques produit par l'accélérateur de J-Parc situé à Tokai sur la côte est du Japon. Il est dirigé vers le détecteur Super-Kamiokande à 295 km du point de production où les neutrinos muoniques transformés en neutrinos électroniques sont observés. © T2K

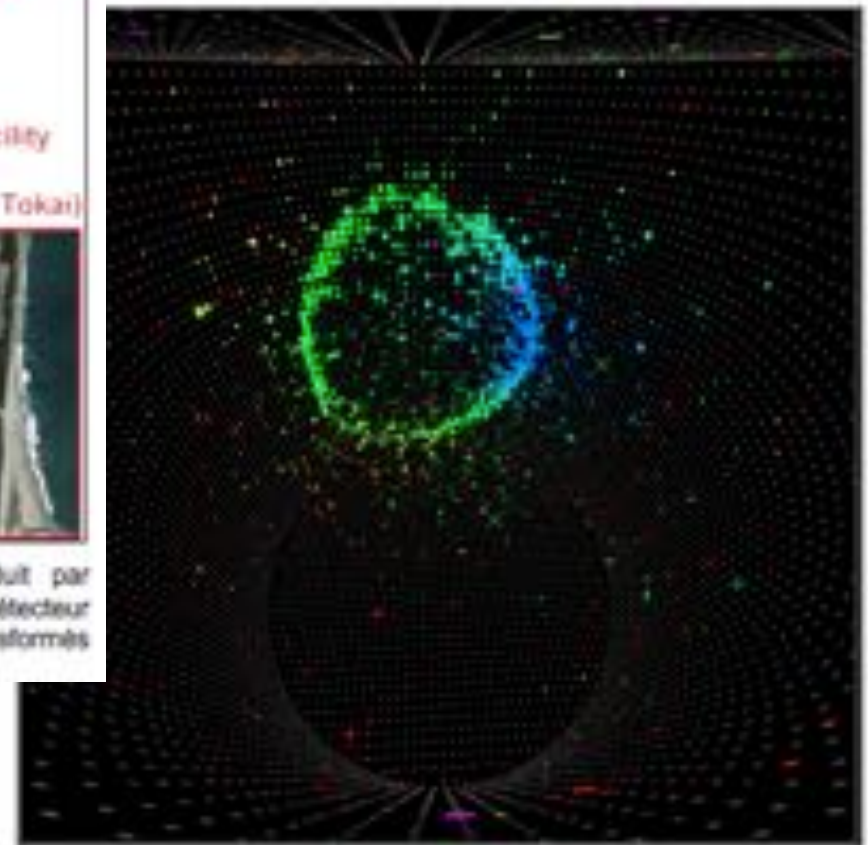
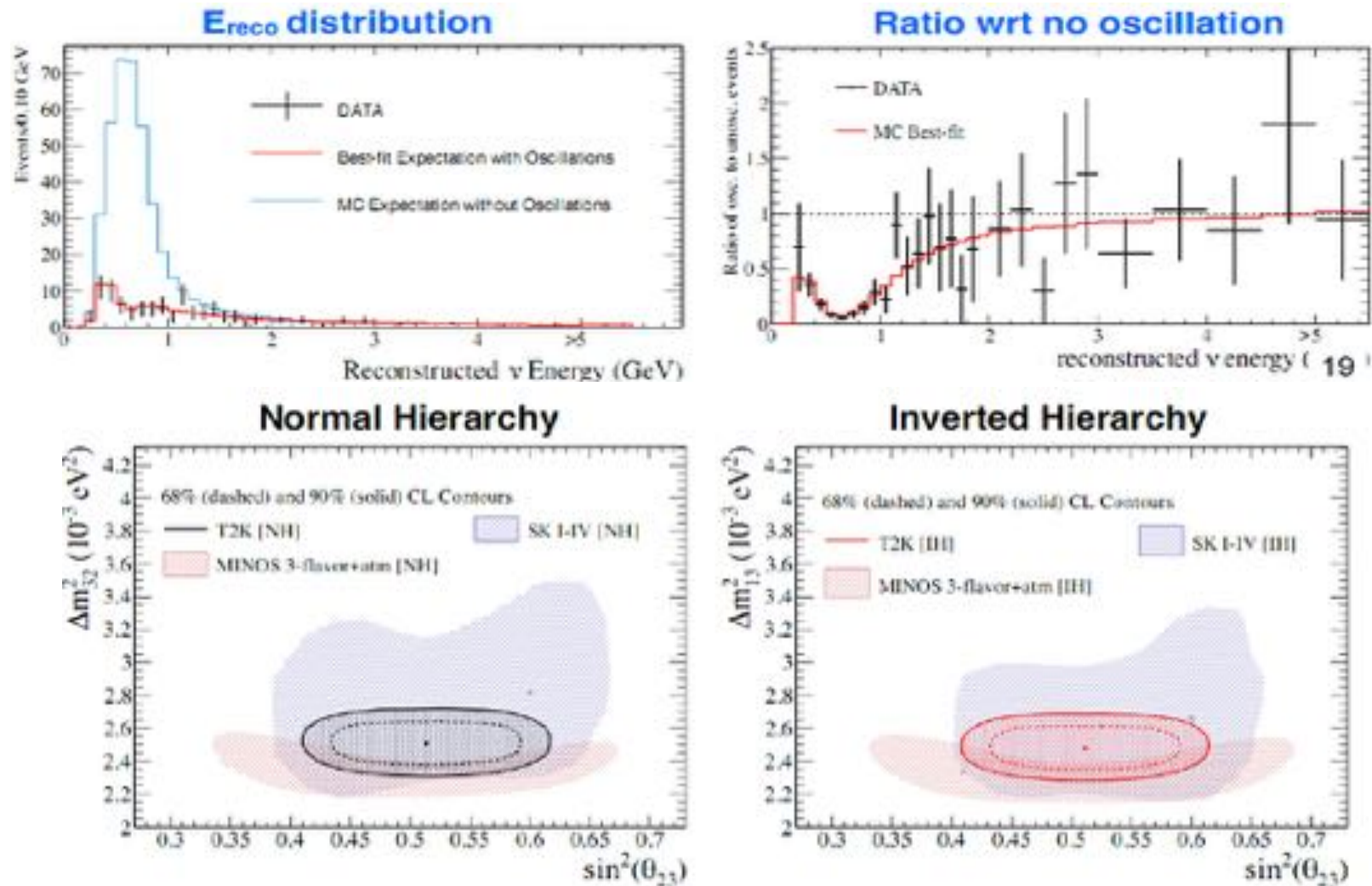


Figure 1. Événement neutrino électronique dans le détecteur Super-Kamiokande. Dans cette image 3D du détecteur à forme cylindrique

ν_μ disappearance: PRL 112.181801 (2014)

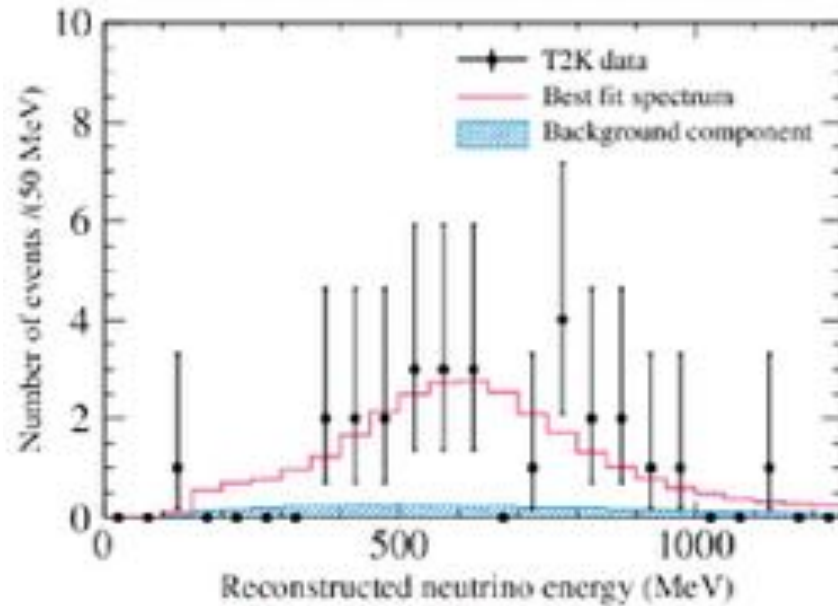
expected ν_μ events (w/o osc): 446 ± 23 (syst)

selected events: 120



World's best measurement of Θ_{23}

ν_e appearance: PRL 112.061802 (2014)



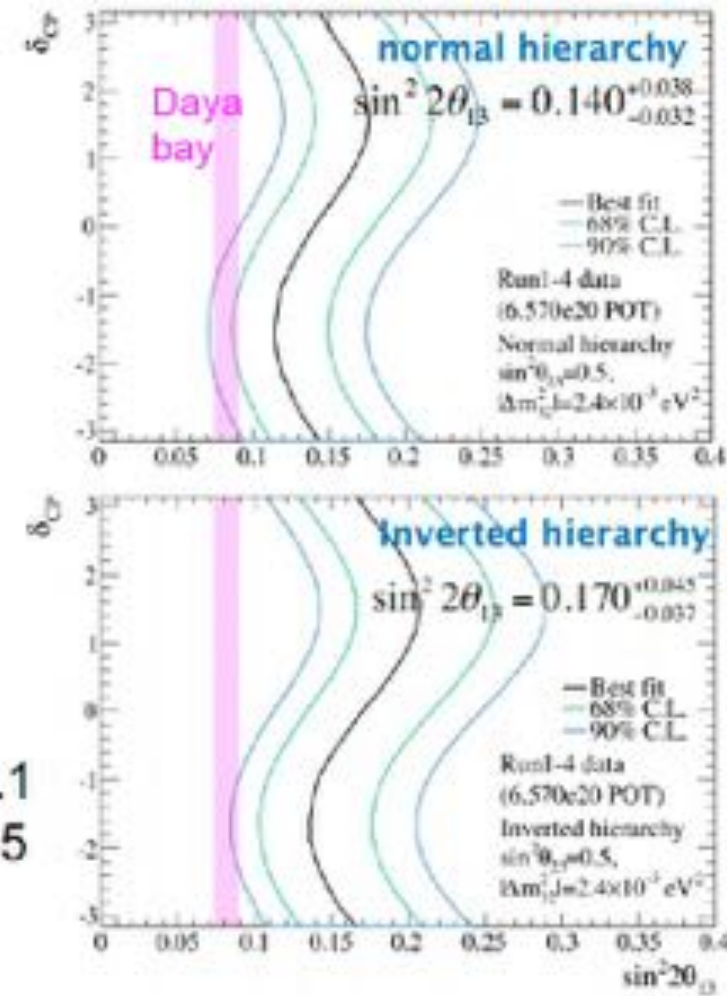
4.9 events expected background

28 events observed

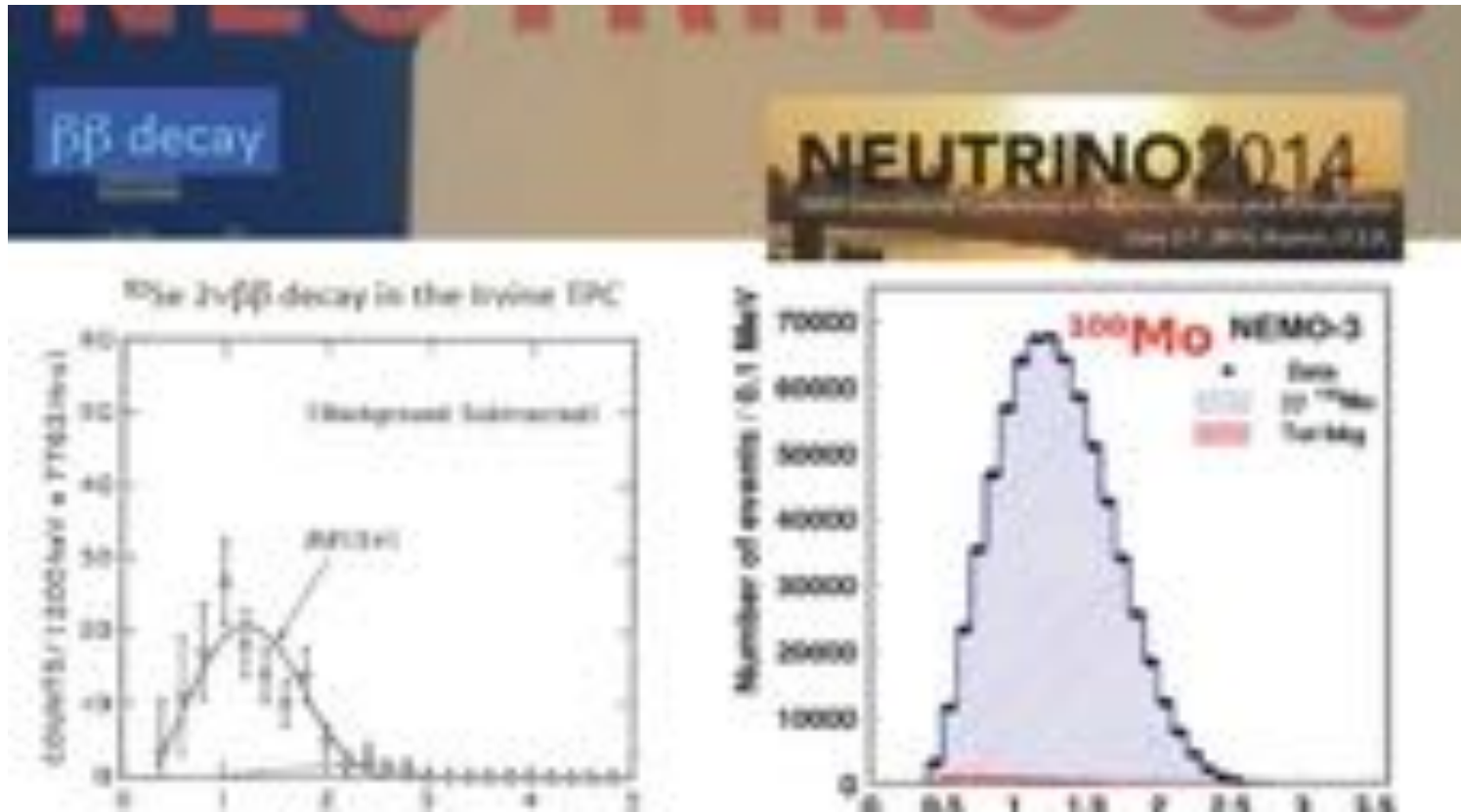
21.6 ± 0.8 events expected @ $\sin^2 2\theta_{13} = 0.1$

$\delta_{CP} = 0, \sin^2 2\theta_{23} = 0.5$

7.3 σ significance for non-zero θ_{13}

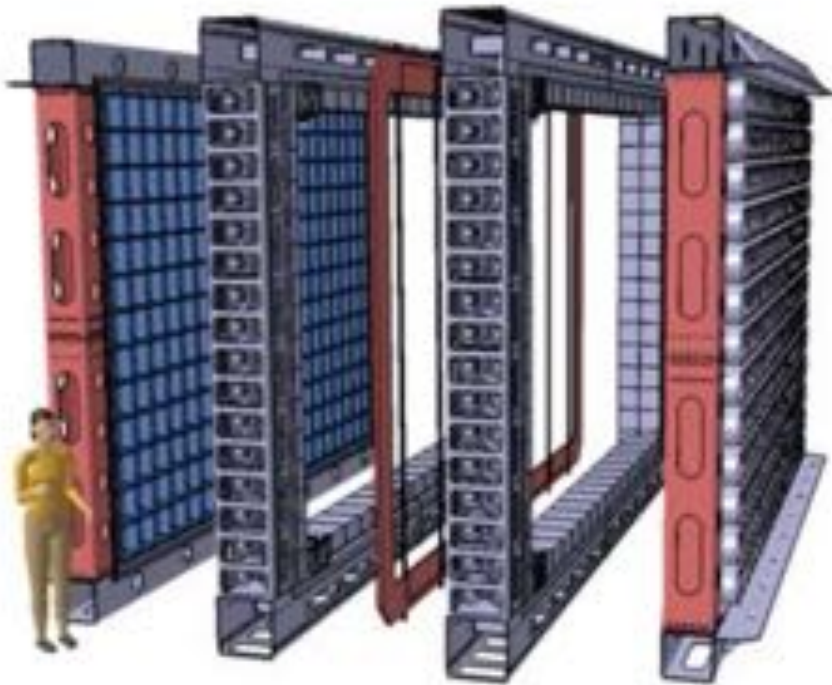


SuperNEMO



+ Publication PRD Résultats finaux SuperNEMO

SuperNEMO



Installation et running demi-détecteur

½ tracker + 1 mur calo fin 2015

Tests détecteur + électronique

Calo complet automne 2015

Source prêtes pour printemps 2016

Détecteur complet printemps 2016

Running été 2016

Stratégie neutrinos

- Achèvement en bon ordre des programmes Double Chooz (mesure à 10% de θ_{13}) et OPERA (decommissioning)
- Petite participation dans JUNO (manip intermédiaire)
- T2K: on continue tant que c'est compétitif
- SuperNEMO: test du démonstrateur et retour d'expérience ; en parallèle ANR LUMINEU -> LUCINEU avec l'INFN ?
- KM3Net: projet très menacé dans la liste ESFRI ; pas de soutien astronomie INSU ; recentrage vers ORCA ?
- Long Baseline: soutien à ligne R&D argon double phase, positionnement des groupes français dans LBNX

Cadrage budgétaire 2015

	APs	IR/TGIR	dette HESS
SNLS/SNF	0		
LSST	0	1000	
EUCLID	20		
HESS	280	200	240
CTA + GATE	100	200	
FERMI	45		
AUGER	300		
AMS	60		
EUSO-Ballon	10		
ANTARES	130		
KM3	150	250	
EDELWEISS	135		
XENON	10		
DCHOOZ	100		
T2K	130		
OPERA	70		
SuperNEMO	150		
R&D Argon	150		
GRANIT			
Divers (PNHE, PNCG, FXPPL, ...)	60		
Total	1900	1650	240

Quelques conclusions

- Irruption de la cosmologie de précision, composition et équation d'état de notre Univers (SNLS, Planck, BOSS, ...)
- Matière noire et énergie noire : de la détection directe vers EUCLID et LSST
- EDELWEISS-III jusqu'à fin 2016, puis arrêt ?
Un pied dans XENON1ton...
- Astronomie gamma : très forte visibilité dans FERMI et H.E.S.S., vers une participation à CTA
- CMB : au delà du succès de Planck, QuBIC et participation à éventuelle mission M4 CoRE+ ?
- Ondes gravitationnelles : détection via Advanced Virgo, nouveau modèle européen/international au-delà de 2020
- Neutrinos : recentrage vers hiérarchie de masse pour KM3, vers programme LBNX, petite participation à JUNO, T2K autant que possible et utile

Quelques conclusions (ff)

- Très difficile de voir comment on peut financer SuperNEMO au delà du démonstrateur
- Evolution en forte baisse des APs depuis ≈ 5 ans (et l'IN2P3 est l'institut a priori le mieux loti au CNRS...)
- On attend toujours le taux de mise en réserve du budget recherche 2015 (« gel ») : pourrait faire une différence de 30 % sur les programmes... Scénario intermédiaire étudié.
- Et pour couronner le tout, contexte TGIR épouvantablement encombré
- Meilleurs vœux à Reynald pour la suite des opérations !