

# Groupe Auger

Bilan 2012-2014



- Actuelle

- 5 permanents (dont 2 membres du groupe STEREO)
  - M. Avenier (CR), C. Bérat (DR), D. Lebrun (DR),  
F. Montanet (PR), A. Stutz (CR)

- Evolutions entre 2010 et maintenant

- 2 départs à la retraite
  - J. Chauvin, D-H. Koang
- 4 doctorants
  - 2 soutenances en 2009 : K. Payet (Neutrinos UHE),  
C. Rivière (Radio à CODALEMA),
  - 1 en 2013 : M. Tartare (Neutrinos UHE)
  - 1 en 2014 : S. Le Coz (Radio MHz/GHz EASIER @ Auger)
- 1 post doc Aspera : K. Louedec (10/2011-09/2014)

- Evolution prévue
  - 1 départ à la retraite en décembre 2014
    - D. Lebrun
  - 1 départ à la retraite mi 2015
    - M. Avenier
- Services techniques très impliqués dans les activités du groupe:
  - Service détecteurs et instrumentation
  - Service électronique
  - Service informatique

- Rayons cosmiques de ultra haute énergie
  - Recherche de neutrinos
  - Interactions hadroniques
- Détection radio des gerbes atmosphériques (R&D)
  - R@Auger, AERA (MHz) (réseau d'antennes décamétriques)
  - EASIER (MHz, GHz, antennes sur détecteurs de particules du détecteur de surface d'Auger) – ANR GIGAS
- Participation au fonctionnement d'Auger
  - Contrôle en ligne du détecteur
  - Caractérisation de l'atmosphère
- Etudes pour l'amélioration du détecteur au sol
  - Conception d'une nouvelle électronique

- **Points forts**

- des responsabilités dans la collaboration (co-task leaders)
- Travail reconnu sur le monitoring (depuis 2009)
- Travail de R&D très important et visible sur la radio détection des gerbes
- Responsabilités dans les upgrades d'Auger

- **Points faibles**

- Voie détection GHz bien moins prometteuse que prévue => faibles « retours » scientifiques
- Groupe affaibli en terme de ressources humaines
- Besoin d'être renforcé si l'upgrade implique une participation jusqu'en 2023

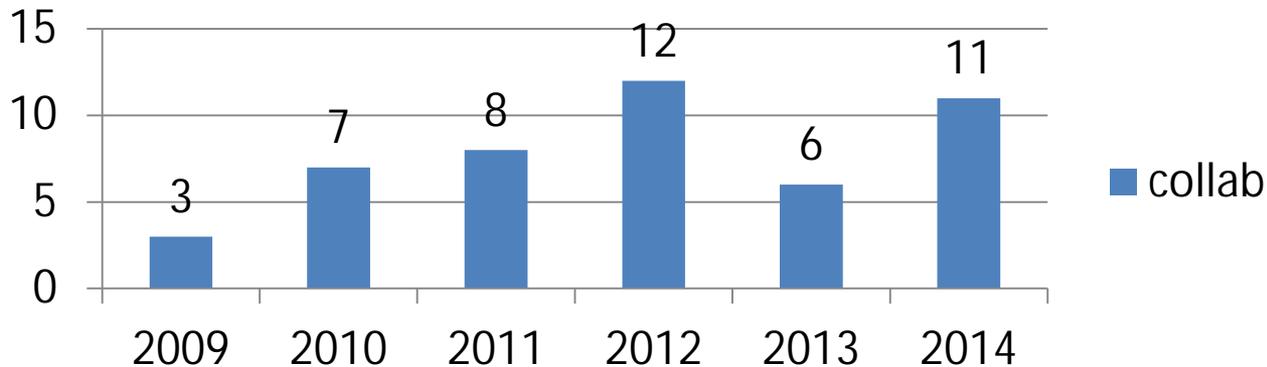
- Si upgrade d'Auger
  - Participation à l'upgrade
    - Électronique, Nouveaux détecteurs de surface
  - Composition du rayonnement cosmique à Ultra haute énergie
  - => besoin d'augmenter les effectifs du groupe !
- Si pas d'upgrade d'Auger
  - Pas de perspectives à long terme au niveau national dans les rayons cosmiques de haute énergie
  - Transfert progressif des quelques forces en présence vers d'autres thématiques (neutrinos pour les uns, à définir pour les autres...)

# Annexes

Publications  
Responsabilités

...

- Publications de la collaboration Auger (hors proceedings)



- Publications hors collaboration
  - 7 + 1 soumise
- Proceedings
  - Pour la collaboration Auger : 7
  - Hors collaboration : 8
- Présentation à des conférences
  - Exposés : 12 (dont 10 avec actes)
  - Posters : 7 (dont 5 avec actes)

- Responsabilités au sein de Pierre Auger
  - 1 Co-responsable de la tache « Monitoring »
  - 1 Co-responsable de la tache « Hadronic Interactions »
- Organisations de conférence/workshops/écoles
  - 1 Membre du comité national d'organisation de l'Ecole « School of Statistics » depuis 2010.
  - 1 membre du comité d'organisation du « 4th International Workshop on Acoustic and Radio EeV Neutrino detection Activities » (ARENA), Nantes, 2010.
  - 1 membre fondateur et membre du bureau de l'association ARISF qui organise la conférence annuelle internationale « les Rencontres de Moriond ».
  - 1 membre du comité scientifique de la session annuelle "Electroweak Interactions and Unified Theories" de la conférence internationale « les Rencontres de Moriond » depuis 1999 et du comité scientifique des "Rencontres du Vietnam VHEPU" en 2014.
  - 1 membre du comité d'organisation du workshop international « Atmospheric Monitoring for High-Energy Astroparticle Detectors » (AtmoHEAD) sessions en 2013, 2014

- Participation à des comités d'expertise
  - Université
    - Membre élu au CNU, 29e section
    - Membre de comités de sélection universitaires (UJF, U.de Savoie, U.Aix-Marseille,..)
  - Evaluation de projets
    - Expert pour l'évaluation d'un projet JC (ANR), et d'un projet financé par le CNES, Comités de visite AERES.
  - Comité scientifique
    - Président du Conseil Scientifique de l'IPNL
  - Jurys
    - Une 10aine de jury de thèse, 2 jurys de HDR
- Actions de Communication
  - Interventions régulières en lycée (Cosmos à l'École, olympiades de physiques)
  - Conférences grand public
  - Fêtes de la science

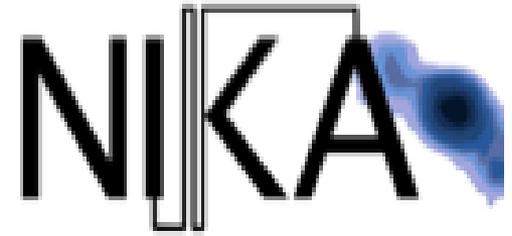


# Groupe PLANCK-NIKA

Bilan 2012-2014

The scientific results that we present today are a product of the Planck Collaboration, including individuals from more than 100 scientific institutes in Europe, the USA and Canada.

Planck is a project of the European Space Agency, with instruments provided by two scientific Consortia funded by ESA member states (in particular the lead countries: France and Italy) with contributions from NASA (USA), and telescope reflectors provided in a collaboration between ESA and a scientific Consortium led and funded by Denmark.



- 7 permanents :
    - **Catalano, A.** (CR2), **Combet, C.** (CR2), **Macías-Pérez, J.F.** (DR2, DHDR), **Mayet, F.** (MCF 50%, DHDR), **Perotto, L.** (CR1), **Renault, C.** (CR1), **Santos, D.** (DR1 10 %, DHDR)
  - 2 doctorants :
    - **Adam, R.** (codirection IPAG, soutenance prévu en Juillet-Septembre 2015), *Etudes des amas de galaxies avec NIKA et systématiques en polarisation dans Planck*
    - **Ritacco, A.** (codirection Institut Néel, soutenance prévu en Septembre 2017 ), *Mesure de la polarisation avec NIKA et NIKA2*
  - 1 postdocs :
    - **Comis, B.** (postdoc CNES, Septembre 2013-Aout 2015)  
Etude des amas de galaxies avec Planck et NIKA
  - 1 CDD IE :
    - **Rebolo, M.** (ANR NIKA Nov 2014-Juin 2015)  
Conception et construction de NIKA2
- Evolutions récentes:**
- 1 postdoc :
    - **Combet, C.**
      - Postdoc Planck 2013-214 (® Chercheur CNRS au LPSC)
  - 1 thèses soutenue :
    - **Hurier, B** (en décembre 2012 sous la direction de J.F. Macias-Perez) – Etude des amas de galaxies avec Planck (® Postdoc à l'IAS)

- **PLANCK : (satellite pour l'étude du CMB)**

- Etude des anisotropies du Fond Diffus Cosmologique (CMB) en température et polarisation (reionisation et ondes gravitationnelles primordiales)
- Etude des émissions d'avant polarisées
- Effet de lentille gravitationnelle
- Effet Sunyaev-Zeldovich (SZ) dans les amas de galaxies

- Responsables de l'analyse des données ordonnées en temps

- Responsables de l'étude des systématiques en polarisation

- Coordinateurs de la rédaction (corresponding author) de plusieurs articles pour la release cosmologique de 2013 et 2014

- Coordination des activités de communication (communiqués de presse, interviews radio, cours cosmologie niveau collège-lycée, parcours Planck fête de la science, plusieurs manifestations)

- **NIKA/NIKA2 : (Camera pour des observations mm à base de KIDs)**

- Effet (SZ) dans les amas de galaxies
- Etude des galaxies à haut décalage vers le rouge
- Formation d'étoiles et son évolution

- Membres fondateurs de la collaboration (project manager, editorial board manager, responsables de l'électronique, responsables des larges programmes d'observation)

- Responsables de la pipeline d'analyse des données

- Responsables de la mesure en polarisation

# Production scientifique

## Réalisations techniques

- Ø Pipeline d'analyse des données ordonnées en temps de Planck
- Ø Construction électronique de lecture multiplexée pour des KIDs
- Ø Construction du système de mesure de la polarisation de NIKA
- Ø Construction de NIKA2 (en cours): électronique, cryostat, polarisation

*Grand merci aux services du labo et en particulier à la mécanique, et l'électronique*



## Bilan des Publications et conférences 2012-2014

**PLANCK** : 83 articles dans des revues à comité de lecture, 6 présentations invités et 10 contributions orales dans conférences internationales, 2-3 présentations bimensuelles dans les réunions de collaboration

**NIKA**: 5 articles dans des revues à comité de lecture, 5 actes à des conférences, 3 présentations invités et 7 contributions orales dans conférences internationales.

## Faits marquants

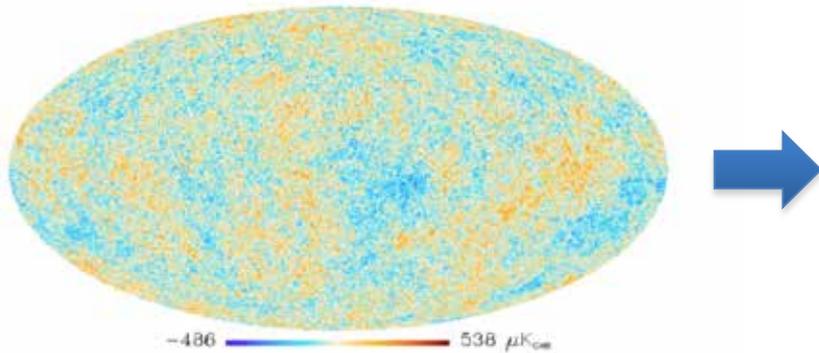
✓ *Publication des résultats cosmologiques* de Planck en Mai 2013 et Décembre 2014 (en préparation, prévue pour le 22/12 )

✓ *Première mesure de qualité scientifique d'un objet astrophysique avec des KIDs* (effet SZ dans l'amas de galaxie RXJ1347-1145 – couverture A&A)

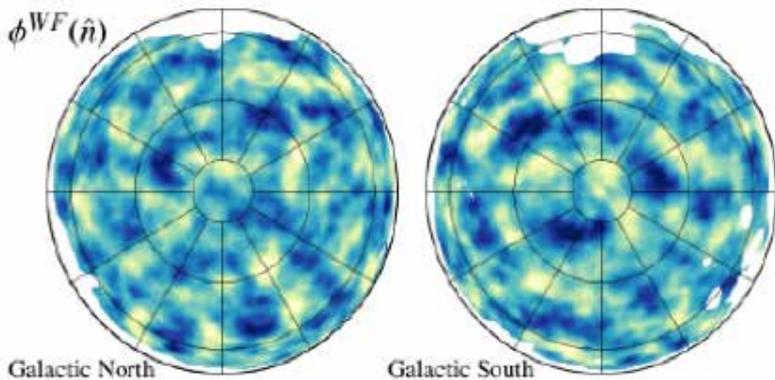
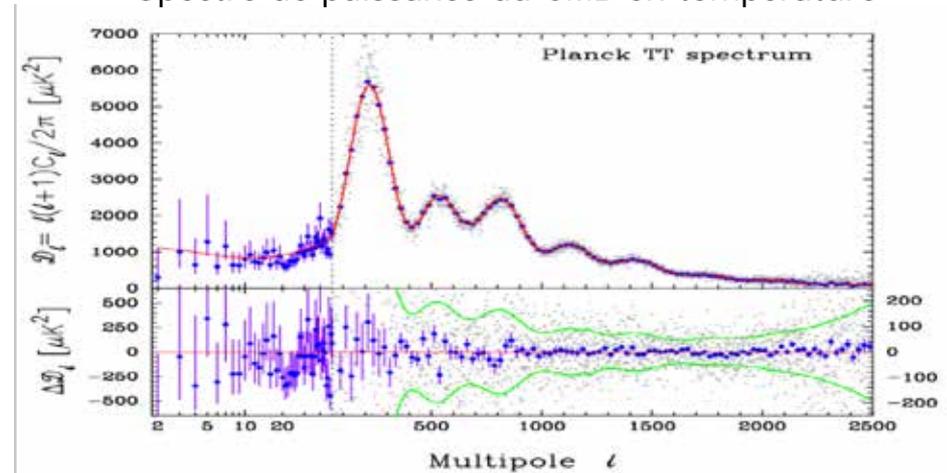
✓ *Campagnes d'observation NIKA ouvertes aux astronomes externes* (Février et Novembre 2014)

# Production scientifique en images

## Anisotropies du CMB avec PLANCK

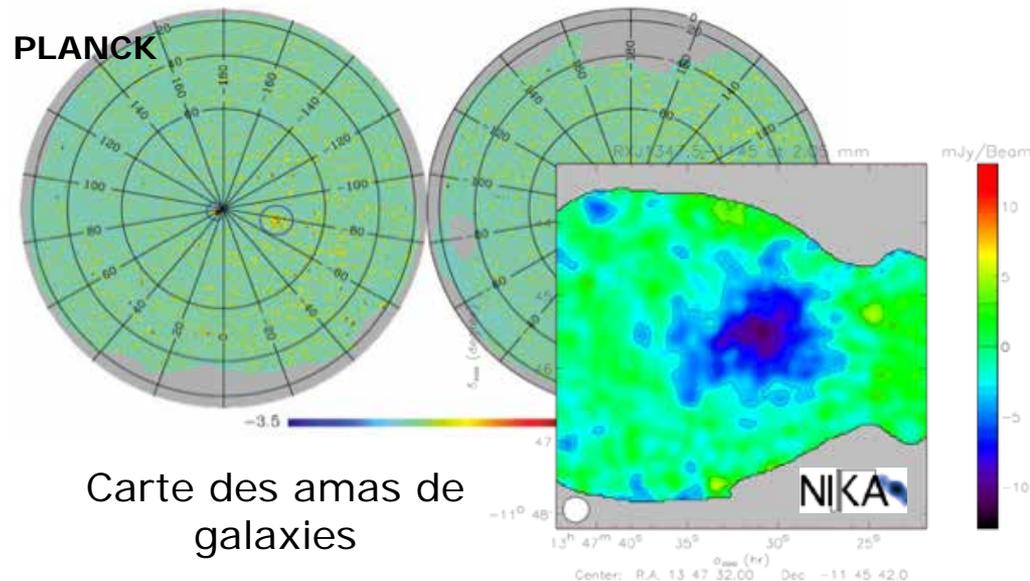


Spectre de puissance du CMB en température



Effet de lentille – carte du potentiel gravitationnel intégré

## Effet SZ avec Planck et NIKA



Carte des amas de galaxies

- **PLANCK (2015):**
  - Etude des anisotropies du Fond Diffus Cosmologique (CMB) en polarisation (reionisation et ondes gravitationnelles primordiales)
  - ü Responsables de l'analyse des systématiques
- **NIKA2 (2015-2020):**
  - Installation et tests de l'instrument en 2015 au télescope de 30m de l'IRAM
  - Observations temps garanti 2016-2020
  - Exploitation scientifique 2021-
    - ü Responsables du programme SZ et forte implication dans l'étude des galaxies à haut décalage vers le rouge
    - ü ANR NIKA exploitation a été demandée
- **Prochain génération d'expériences satellites pour le CMB (2025 ?):**
  - Adaptation des matrices des KIDs pour l'espace (détecteurs, électronique de lecture, sensibilité aux rayons cosmiques, etc)
  - Définition de la technologie de détection (en cours d'étude par le CNES )
  - Définition du programme scientifique
    - ü Appelle d'offre au CNES pour une technologie KID (1<sup>er</sup> évaluation le 4 Décembre)
    - ü Participation au programme européen *space KIDs*
    - ü Membre des groupes de travail Core+ (proposition de mission ESA type M pour 2025-2028 en cours)



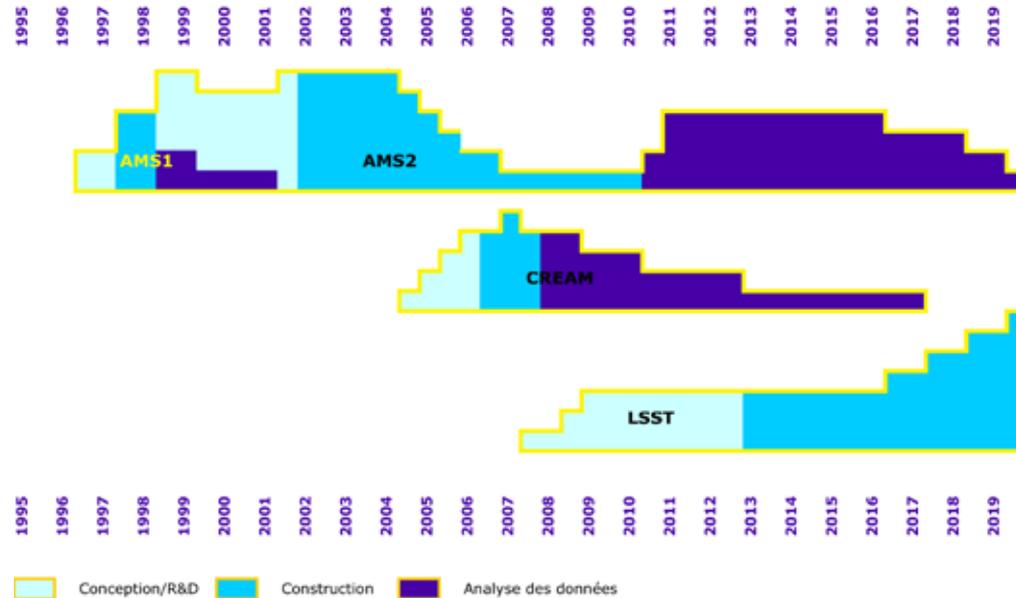
# Groupe DARK

---

Bilan 2012-2014

- 4 permanents :
  - **A. Barrau** (Pr)
  - **L. Derome** (MCF) + **C. Renault** (CR) 2015
  - **D. Maurin** (CR) + **C. Combet** (CR) 2016
  - **J.S Ricol** (CR)
- 5 doctorants :
  - **B. Bolliet** – Thèse 2017, A. Barrau
  - **V. Bonnivard** – Thèse 2016, D. Maurin
  - **A. Choyer** – Thèse 2015, J.S Ricol
  - **A. Ghelfi** – Thèse 2016, L. Derome
  - **L. Linsefors** – Thèse 2015, A. Barrau
- 2 postdocs :
  - **N. Tomassetti** – Post-Doc 3 ans enigmass
  - **J. Mielczarek** – Post-Doc 1 an

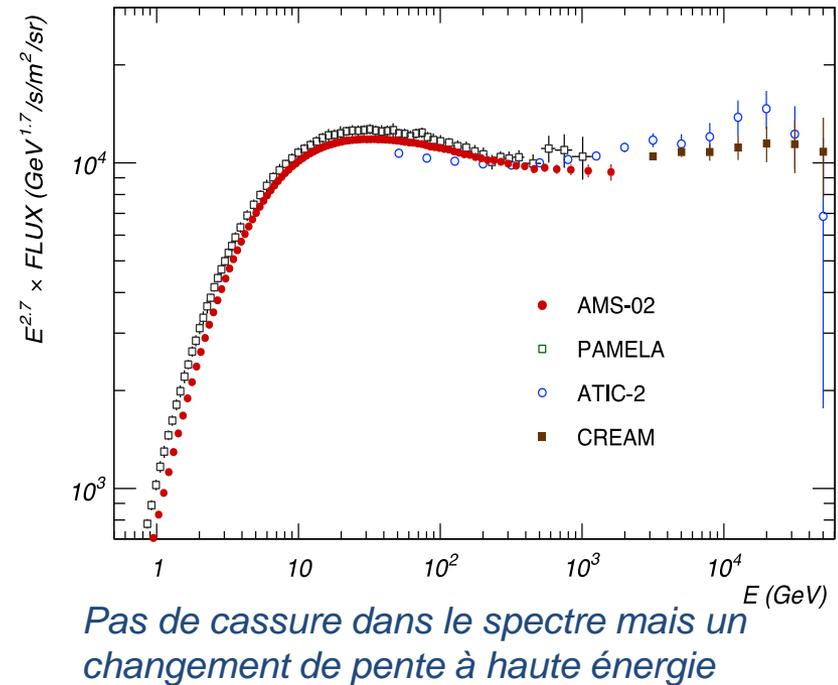
Histoire et évolution du groupe d'AMS01 à LSST:



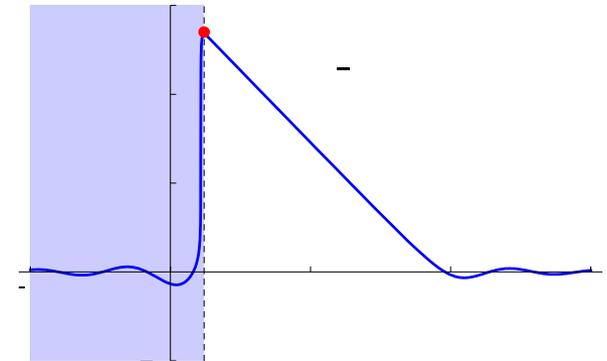
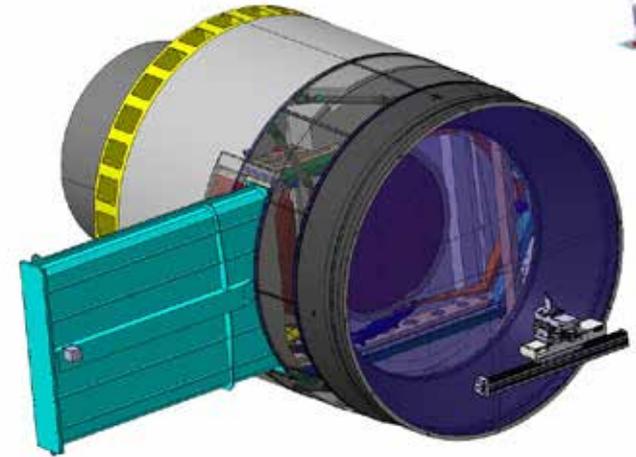
Nos activités:

- Depuis 1998: Rayonnement cosmique: matière noire et propagation du RC dans la galaxie (AMS&CREAM)
  - Développement instrumentaux (RICH) / Analyse et phénoménologie.
- Depuis 2006: Energie noire et projet LSST
  - Participation à la construction, préparation de l'analyse, théorie

- AMS: Exploitation des résultats :
  - 3 articles PRL (flux et fraction e- et e+)
  - LPSC: Chaine d'analyse complète pour la mesure des flux de noyaux du RC: forte visibilité dans la collaboration.
    - à Flux de proton en cours de finalisation
- CREAM: Participation ISS-CREAM (spatialisation détecteur CREAM)
  - Hautes Tensions pour le calorimètre livrées et installées sur ISS-CREAM
  - Perspective 2015 : Vol et installation sur ISS prévu en février 2015
- Phénoménologie RC :
  - Développement code propagation USINE ([lpsc.in2p3.fr/usine](http://lpsc.in2p3.fr/usine))
  - Base de donnée publique de toutes les expériences ([lpsc.in2p3.fr/crdb](http://lpsc.in2p3.fr/crdb))
  - Etude cibles recherche matière noire en gamma à Code Clumpy ([lpsc.in2p3.fr/clumpy](http://lpsc.in2p3.fr/clumpy))



- Chargeur de filtre:
  - conception mécanique détaillé du prototype échelle 1
  - avant-proto du système de verrouillage des filtres
  - architecture du contrôle commande
- CCOB:
  - Caractérisation faisceau d'étalonnage, Détermination détaillée de la stratégie de scanning, choix des LED.
  - Objectifs 2015: études thermiques et CAO mécanique
- Reconstruction PhotoZ et mesure des BAO
  - Etude du design des filtres sur les performances photo-z (note en cours)
  - Développement et optimisation du code photo-z.
- Théorie/Cosmologie:
  - Etude des perturbations en cosmologie quantique. Construction d'une algèbre quantique close.
  - Etude générique de l'inflation dans les modèles à rebond.
  - phénoménologie des « étoiles de Planck ».
  - Etude de la création de particules par l'horizon de Sitter.



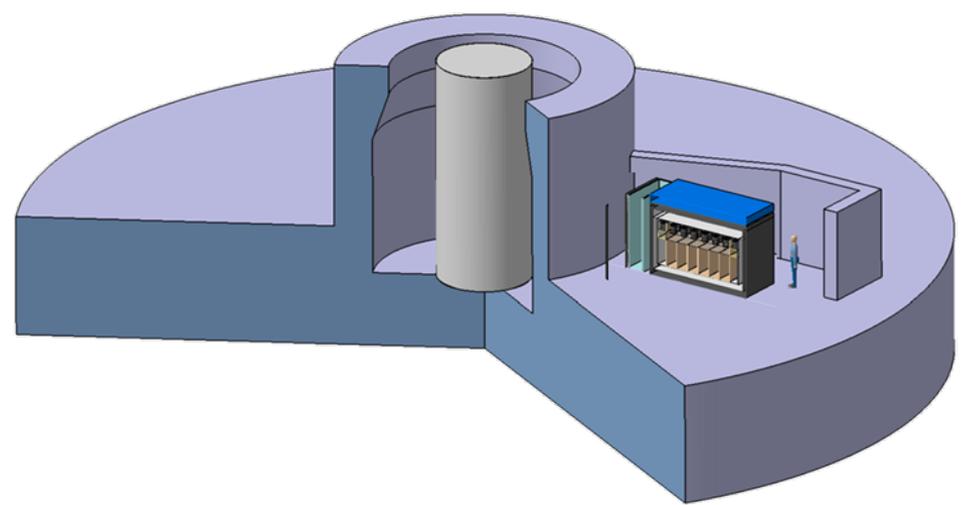
- Continuer la valorisation de l'activité sur AMS: participation à l'analyse des données et développement des activités de phénoménologies associées
- Evaluer l'intérêt et la faisabilité d'une participation à l'analyse de d'ISS-CREAM (thèse)
- Réalisation et mise en œuvre du CCOB pour LSST
- Contribution chargeur de filtre LSST
- Maintenir et développer l'expertise sur les photo-z
- Développement d'une chaîne d'analyse complète BAO: intégration de C. Combet et C. Renault dans l'activité LSST.
- Poursuivre l'activité en cosmologie quantique pour laquelle a une expertise reconnue.



# Groupe Neutrino

---

Bilan 2012-2014  
Prospectives 2015-2017



## •5 permanents :

- **2 EC** : **J. Lamblin** (MC), **F. Montanet** (Pr)
- **3 CNRS** : **S. Kox** (Dr), **J.S Réal** (Dr), **A. stutz** (CR)

## •3 doctorants :

- **S. Zsoldos**
  - soutenance prévue en 2016 (Recherche de neutrinos stériles au près du réacteur de l'ILL, étude du bruit de fond d'origine cosmique)
- **T. Salagnac**
  - soutenance prévue en 2017 (Recherche de neutrinos stériles au près du réacteur de l'ILL, performances du détecteur Stéreo)
- **F. Kandzia** – cotutelle ILL
  - soutenance prévue en 2017 (Recherche de neutrinos stériles au près du réacteur de l'ILL, étude du bruit de fond réacteur)

## •1 postdoc :

- **V. H elaine** (postdoc labex ENIGMASS   partir du 22 octobre 2014)
  - Recherche de neutrinos st eriles : projet Stereo

- Nouveau groupe du LPSC crée en 2013 autour du projet Stereo
- 5 permanents :
  - **S. Kox** (DR) D.U. du LPSC jusqu'en mars 2014 puis DAS IN2P3, qqes % sur STEREO
  - **J. Lamblin** (MC) recruté en 2011 au LPSC (anciennement à Subatech), sur MIMAC jusqu'en 2013, expérience en physique des neutrinos (MUNU à Bugey).
  - **F. Montanet** (Pr) sur AUGER jusqu'en 2013 (actuellement tjrs 50% AUGER), expérience en physique des neutrinos (Antares).
  - **J.S. Réal** (DR) sur ALICE jusqu'en 2013 (actuellement tjrs 10% JLAB)
  - **A. Stutz** (CR) sur AUGER jusqu'en 2013 (actuellement tjrs 10% AUGER), expérience en physique des neutrinos (oscillations + MUNU à Bugey).
- 1 postdoc :
  - **V. Hélaine**
    - Thèse soutenue en sept 2014 au LPC Caen sur la mesure du moment dipolaire électrique du neutron

- Physique des neutrinos
  - Recherche de neutrino stérile autour de 1 eV
  - Test de l'anomalie des neutrinos de réacteur
  - Oscillation de neutrinos à courte distance d'un réacteur
- Un projet : STEREO
  - Recherche de neutrino stérile auprès du réacteur de l'ILL
  - Collaboration IfFu, LAPP, ILL, MPIK Heidelberg, Univ. Casablanca
  - Financement ANR en 2013
  - **Responsabilités du groupe du LPSC :**
    - Détecteur veto muons, Electronique, Acquisition de données, Calibration LED, Simulation
    - Forte implication des services techniques SDI et Electronique (coordination technique M. Heusch)
    - Implication ponctuelle des services mécanique et informatique

- **Responsable de groupe : A. Stutz**
  - Lien avec les instances du laboratoire, direction, administration ...
  - Animation du groupe : 1 réunion/semaine
- **Responsabilités liées au projet Stereo**
  - Veto muon : J.S Réal
  - Data/acquisition : J. Lamblin
  - Electronique : J. Lamblin
  - Calibration LED : F. Montanet
  - Simulation : A. Stutz
  - Interface avec la collaboration : A. Stutz
  - Executive comittee de Stereo : J.S Réal & A. Stutz

- 2012

- Groupement d'intérêt autour du projet Stéreo

- 2013

- Début des études, mesure Bruit @ILL
- Financement du projet par l'ANR, CS IN2P3 à création du groupe Neutrino



- 2014

- Finalisation du design du détecteur (simulation)
- Réalisation des prototypes : veto muon, électronique, LED
- Mesures de bruit @ILL
- Contraintes d'installation et de sécurité à Evolution du détecteur et aménagement de la zone expérimentale à l'ILL à Impact financier (soutien de Irfu, MPIK, ILL, soutien demandé à l'IN2P3) à Retard dans dépôt du dossier ASN et des appels d'offre



- 2015
  - Installation des blindage à l'ILL
  - Validation du bruit de fond
  - Installation du détecteur
- 2016 – 2017
  - Prise de données
  - Analyse
  - Premiers résultats en 2016
- Au delà de 2018
  - Poursuite dans la physique des neutrinos à définir, Juno, LBL ?

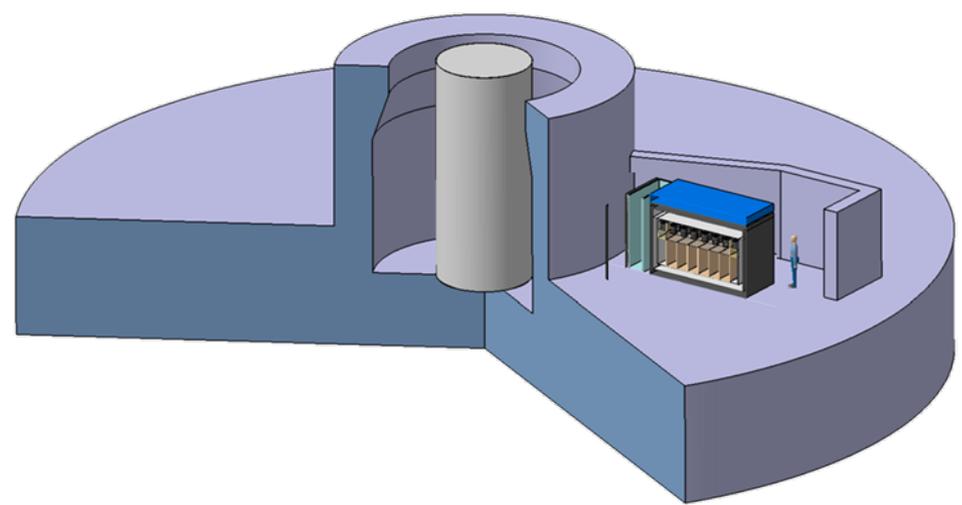
# Auto analyse du groupe

- **Forces:**
  - Groupe de taille raisonnable
  - Forte composante expérimentale
  - Expérience dans la physique des neutrinos
  - Forte visibilité dans la collaboration
  - Fort soutien du laboratoire et des services techniques
  - Proximité de l'ILL
- **Opportunités:**
  - Une expérience avec fort potentiel de découverte dans un contexte local
  - Un projet qui s'inscrit dans le cadre du labex ENIGMASS
- **Points faibles:**
  - Faible soutien financier de l'IN2P3 (pas de fonctionnement, mission...)
  - Futur clair jusqu'à la fin de Stereo, projet à définir au-delà

# Groupe Neutrino

---

Annexes



Seules les productions relatives à la thématique Neutrino/Stereo sont comptabilisées ici, les autres productions sont comptabilisées dans les groupes d'origine.

## • Publications

- Stereo est un projet récent il n'y a pas encore de publications.

## • Présentation à des conférences

- 2014: Astroparticle Physics 2014 (J. Lamblin)

## • Accueil des réunions de la collaboration Stereo

- octobre 2013, mars 2014

# Responsabilités administratives et d'enseignement

- Enseignements:
  - Master ITDD de Valence (Ingénierie Nucléaire, spécialité démantèlement)
- Implications dans la vie de l'Université:
  - F. Montanet : membre élu au CNU 29eme section
- Implications au niveau national:
  - S. Kox : DAS IN2P3
  - F. Montanet : président du CS de l'IPNL
  - Expertises projets ANR : F. Montanet, J. Lamblin
  - Organisation de conférences « Rencontres de Moriond » et « Rencontres du Vietnam » F. Montanet
- Implications dans la vie du laboratoire:
  - J.S Réal : Membre du comité de direction (représentant du LPSC à l'UGA pôle recherche), du Conseil d'Unité et du Conseil Scientifique du LPSC
- Supports financiers spécifiques:
  - AGIR UJF/INP 2013 (études avant financement ANR)
  - ANR STEREO 2013
  - Bourse de thèse IN2P3
  - Postdoc labex ENIGMASS 2014.



# Groupe MIMAC

Bilan 2010-2014

**Micro-tpc Matrix of Chambers**  
Détection Directionnelle de Matière Sombre

Partenaires: IRFU(Saclay)-CPPM (Marseille)-IRSN(Cadarache)



Détecteur bi-chambre  
à Modane

- permanents :
  - **Mayet, F.** (MCF 50%, DHDR), **Santos, D.** (DR 80 %, DHDR), **Lamblin J.** (MCF 100%, DHDR) (juin 2011 – septembre 2013)

**Guillaudin, O.** (IR du service détecteurs et instrumentation, coordinateur national)
- doctorant :
  - **Riffard, Q** (LPSC, soutenance prévue septembre 2015)
- 1 CDD IR :
  - **Sauzet N.** (CDD-IR-Valorisation (2 ans à partir du 1/8/2014), Labex Enigmass)
- 1 postdoc :
  - **Bono J.**
    - Postdoc Enigmass (2 +1 an) à partir de janvier 2015
- 1 thèse soutenue :
  - **Billard, J** (en juin 2012 sous la direction de F. Mayet) (® Postdoc au MIT (USA))  
(Prix de thèse 2013 de l'Université de Grenoble)

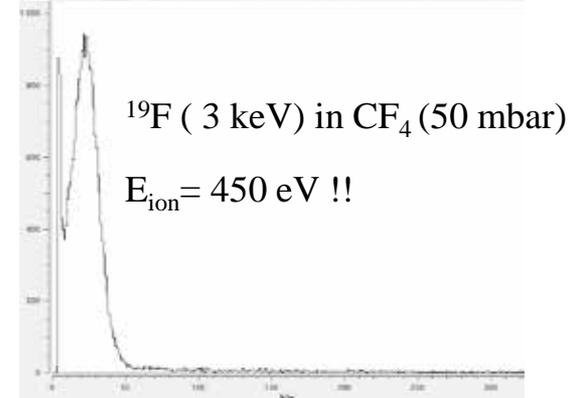
Financement ANR-Blanc (2008-2010)



**Bilan:** 16 publications dans des revues à comité de lecture

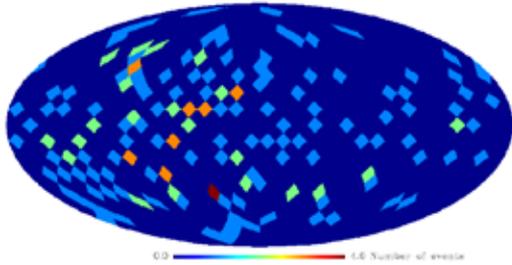
## Réalisations

- Electronique MIMAC (ASIC v3)
  - Installation à Modane (LSM) du prototype bi-chambre en juin 2012  
 $\text{CF}_4 + 30\% \text{CHF}_3$  à 50 mbar (1024 voies électroniques)  
 $(2 \times 10.8 \times 10.8 \times 25 \text{ cm}^3 = 5.8 \text{ litres})$
  - Upgrade de l'installation en juin 2013 et juin 2014  
 (synchronisation, cathode (6  $\mu\text{m}$ ), signal cathode)
  - Ligne de quenching portable COMIMAC (étalonnage)
  - Mesures du facteur de quenching en ionisation avec une ligne expérimentale dédiée
  - Détection de neutrons rapides à l'IRSN-Cadarache dans le cadre de la métrologie neutron
- Contrât de Valorisation (2010-2015)  
 Thèse de D. Maire (2012-2015) financée par l'IRSN



# Production scientifique

Phénoménologie et Simulation (Julien Billard et Frédéric Mayet)



J.Billard et al. *Phys.Lett. B* 691 (2010) 156  
 J.Billard et al. *Phys. Rev. D* 82 (2010) 55011

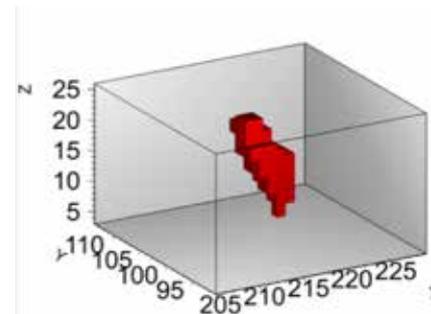
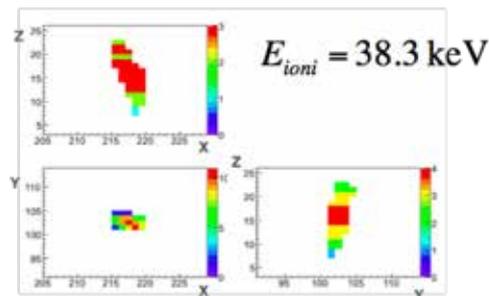
**8 parameters simultaneously constrained by only one experiment**

J. Billard *et al.*, PRD 2011

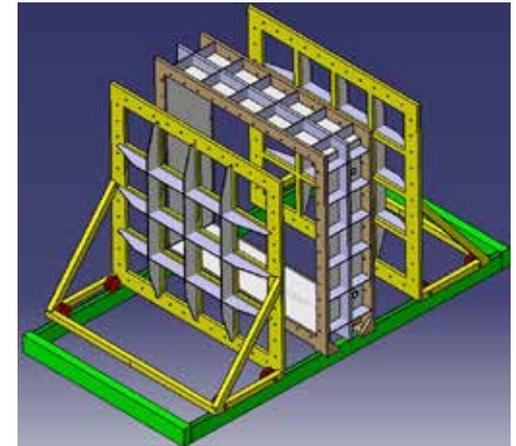
	$m_\chi$ (GeV/c <sup>2</sup> )	$\log_{10}(\sigma_n$ (pb))	$\ell_\odot$ (°)	$b_\odot$ (°)	$\sigma_x$ (km.s <sup>-1</sup> )	$\sigma_y$ (km.s <sup>-1</sup> )	$\sigma_z$ (km.s <sup>-1</sup> )	$\beta$	$R_b$ (kg <sup>-1</sup> year <sup>-1</sup> )
Input	50	-3	90	0	155	155	155	0	10
Output	$51.8^{+5.6}_{-19.4}$	$-3.01^{+0.05}_{-0.08}$	$92.2^{+2.5}_{-2.5}$	$2.0^{+2.5}_{-2.5}$	$158^{+15}_{-17}$	$164^{+27}_{-26}$	$145^{+14}_{-17}$	$-0.073^{+0.29}_{-0.18}$	$10.97 \pm 1.2$

## Faits marquants

Première détection des traces de noyaux de reculs provenant de la chaîne de désexcitation du <sup>222</sup>Rn

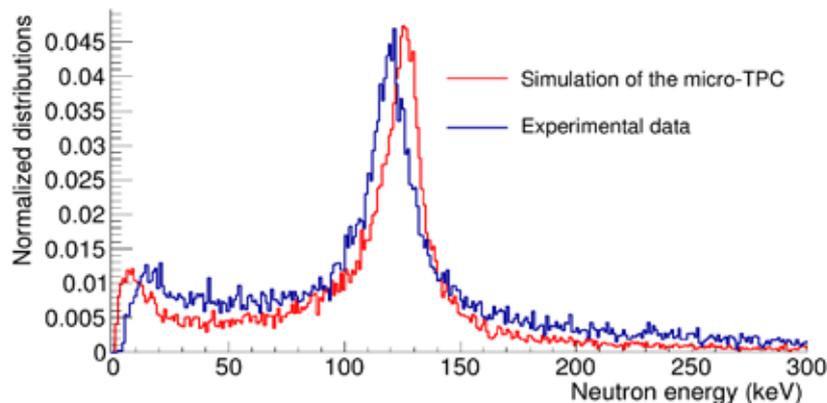


- Construction du 1 m<sup>3</sup> (32 chambres de 36 x 36 x 25 cm<sup>3</sup>)
- Post-doc (ENIGMASS) 1 CDD (post-doc 3 ans)
- Demande ANR-2015: MIMAC-Demo pour le m<sup>3</sup>



Valorisation du proto MIMAC comme détecteur de neutrons directionnel.  
(Poste IR (2ans) Labex Enigmass)

Extension du Contrât de valorisation avec l'IRSN-Cadarache



Measurement of 127 keV neutrons at Cadarache

(D.Maire et al. (2014), IEEE)

