



L'instrumentation au CSNSM

dans le cadre du "GT thématique instrumentation" pour le projet de "refondation des laboratoires d'Orsay".

Refondation des Labos
CSNSM - IMNC - IPNO - LAL - LPT

Jean Peyré

CSNSM (Centre de Sciences Nucléaires et de Sciences de la Matière)
CNRS-IN2P3-Université Paris Sud (Paris-Saclay)

11 mai 2017

91405 Orsay, France
Tél. : +33 1 69 15 52 43
Fax : +33 1 69 15 50 08
<http://www.csnsm.in2p3.fr>



Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017



Organisation de l'instrumentation au CSNSM

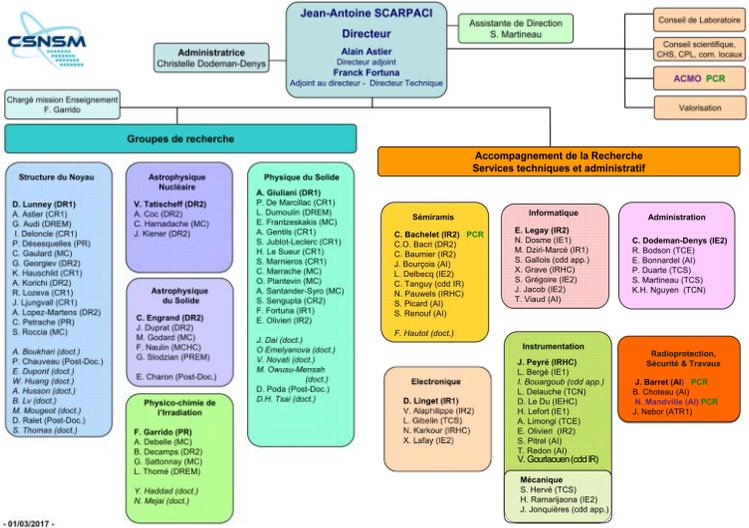
Refondation des Labos
CSNSM - IMNC - IPNO - LAL - LPT



Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

Organisation du CSNSM



- 01/03/2017 -



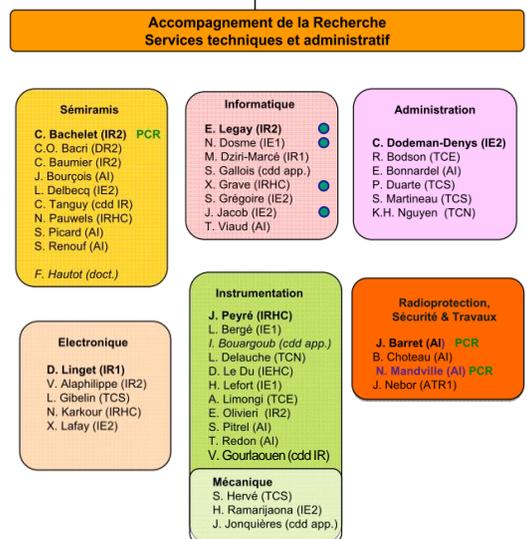
Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

Organisation du CSNSM



4p
5p
14p

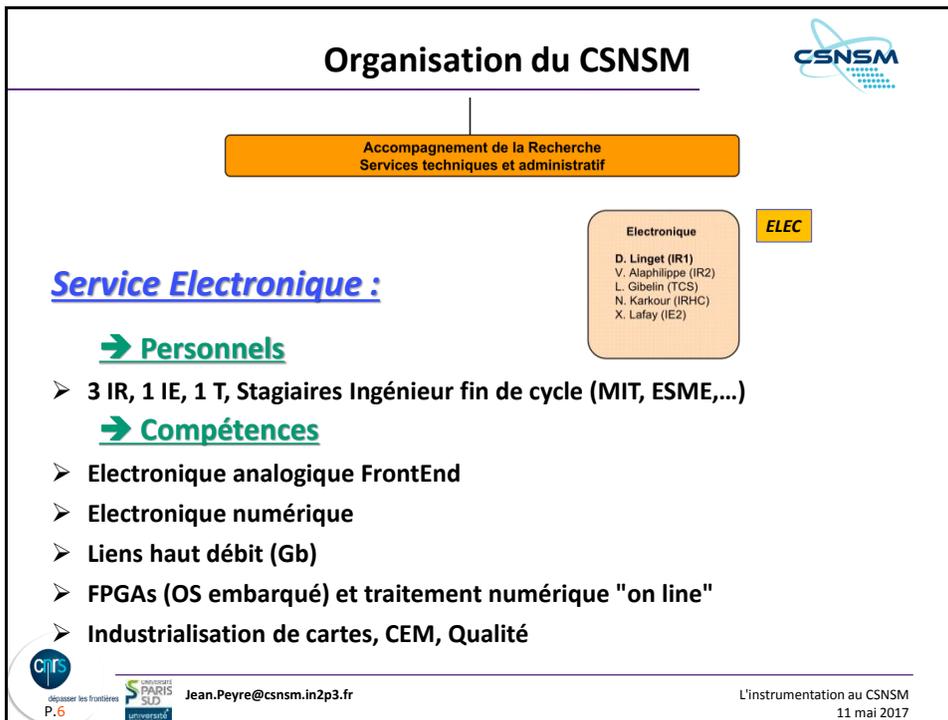
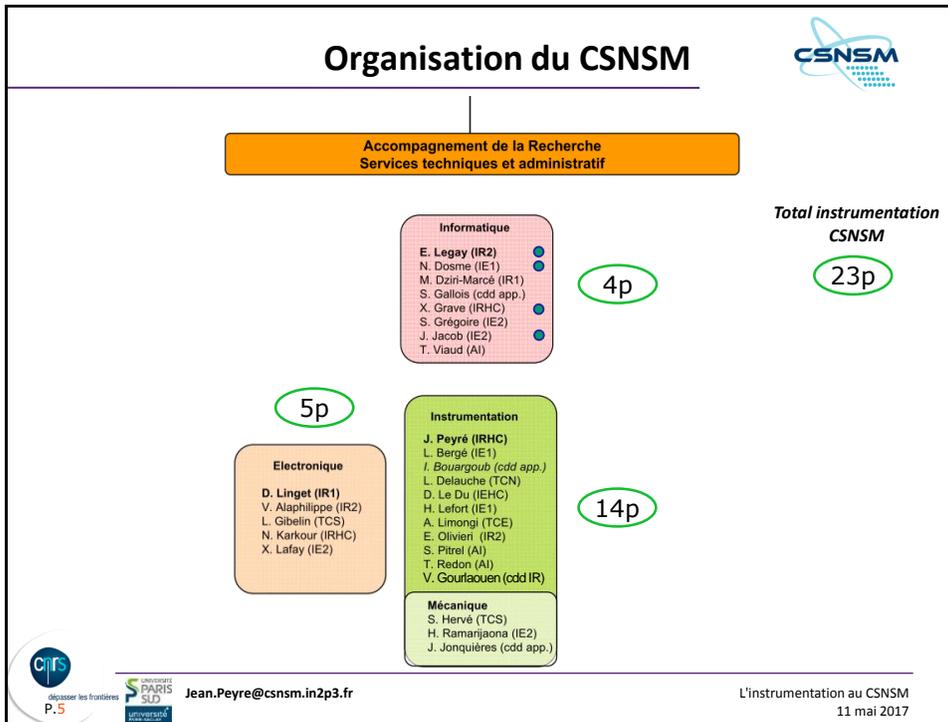


Total instrumentation CSNSM
23p



Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017



Organisation du CSNSM



Accompagnement de la Recherche
 Services techniques et administratif

Service Informatique :

➤ **Personnels**

➤ **2 IR, 2 IE.**

➤ **Compétences**

➤ **3 métiers pour l'instrumentation**

- 1) **Système d'acquisition**
 - ▶ **DCOD-Narval (Gestion du flot de données)**
 - Transport des sources émettrices de données jusqu'au disque
 - Processus de traitements/analyses des données en ligne
 - Système gérant plus de 50 sources différentes
 - Gestion de trigger soft (si données corrélées)
- 2) **Slow Control / Monitoring**
 - ▶ **DCOD-ENX ("Slow control")**
 - Contrôle des électroniques d'acquisition
 - Monitoring de capteurs
 - Affichage via pages web
- 3) **Infrastructure** **Design et déploiement de systèmes autonomes pour expériences**
 - Réseau indépendant du laboratoire hôte
 - Espace de stockage indépendant du laboratoire hôte
 - Gestion des utilisateurs indépendantes
 - Gestion des règles de sécurité liées aux systèmes informatique

Informatique

- E. Legay (IR2) ●
- N. Dosme (IE1) ●
- M. Dziri-Marcé (IR1)
- S. Gallois (cdd app.) ●
- X. Grave (IRHC) ●
- S. Grégoire (IE2) ●
- J. Jacob (IE2) ●
- T. Viaud (AI)

INFO




Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

Organisation du CSNSM



Accompagnement de la Recherche
 Services techniques et administratif

Service Informatique :

➤ **Personnels**

➤ **2 IR, 1 IE.**

➤ **Compétences**

➤ **3 métiers pour l'instrumentation**

- 1) **Système d'acquisition**
 - ▶ **DCOD-Narval (Gestion du flot de données)**
 - AGATA (Projet européen)
 - Cocotte (CSNSM)
 - CORTO (LAL)
 - SEMIRAMIS - Pixe (CSNSM)
 - COCOTE Ballon (CSNSM)
- 2) **Slow Control / Monitoring**
 - ▶ **DCOD-ENX ("Slow control")**
 - Emission-mètre (CSNSM)
 - AGATA (Projet européen)
 - Corto (LAL)
 - Polarex (TANDEM Alto)
 - SEMIRAMIS-Pixe (CSNSM)
- 3) **Infrastructure** **Design et déploiement de systèmes autonomes pour expériences**
 - AGATA (Projet européen)
 - Gateway d'acquisition
 - Nécessite un switch et une machine type ARM ou arduino
 - Utilisé pour : SEMIRAMIS, COCOTE, Numexo2

Informatique

- E. Legay (IR2) ●
- N. Dosme (IE1) ●
- M. Dziri-Marcé (IR1)
- S. Gallois (cdd app.) ●
- X. Grave (IRHC) ●
- S. Grégoire (IE2) ●
- J. Jacob (IE2) ●
- T. Viaud (AI)

INFO




Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

Organisation du CSNSM



Accompagnement de la Recherche
Services techniques et administratif

Service Instrumentation :

→ Personnels

- 2 IR, 4 IE, 2 AI, 3 T, 2 apprentis, 1CDD

→ Compétences

- Détection (bolomètres (& cryogénie associée), scintillateurs, détecteurs de lumière)
- Electronique (analogique, HT), mesures, programmation ARDUINO et RASPBERRY
- Faisceauologie & instrumentation, technique du vide
- Polissage et taille de cristaux, préparations d'échantillons pour la microscopie, croissance de couche mince par MBE, lithographie
- Mécanique – bureau d'étude & atelier

INST

MECA

Instrumentation

J. Peyré (IRHC)
L. Bergé (IE1)
I. Bouargoub (odd app.)
L. Delauche (TCN)
D. Le Du (IEHC)
H. Lefort (IE1)
A. Limongi (TCE)
E. Olivieri (IR2)
S. Piffret (AI)
T. Redon (AI)
V. Gourlaouen (odd IR)

Mécanique

S. Hervé (TCS)
H. Ramanjaona (IE2)
J. Jonquières (odd app.)



Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

La détection au CSNSM



Refondation des Labos
CSNSM - IMNC - IPNO - LAL - LPT

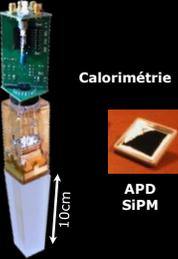
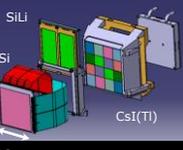
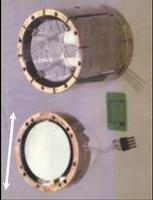


Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

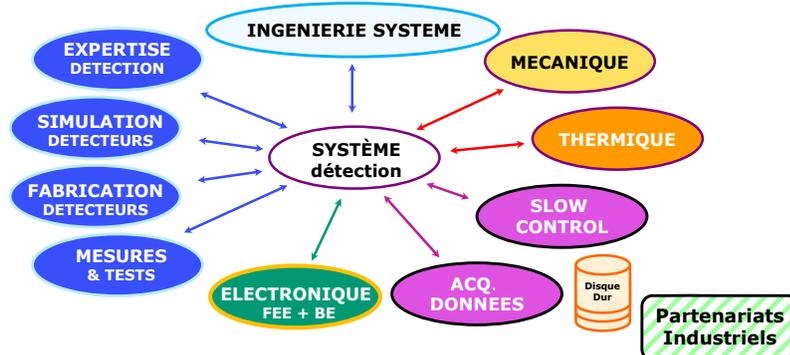
L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

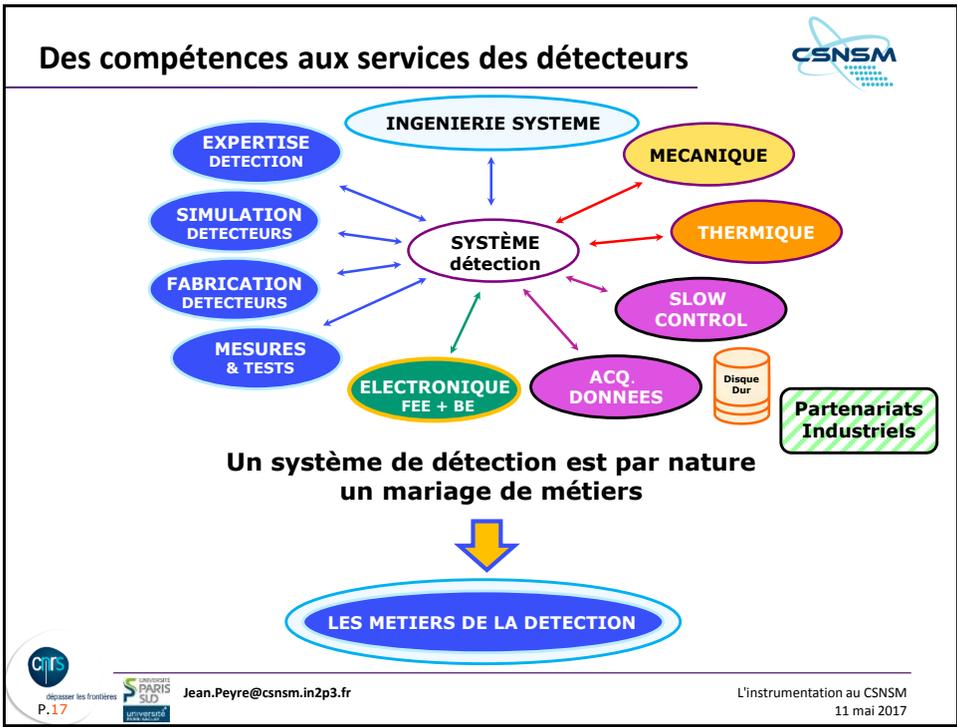
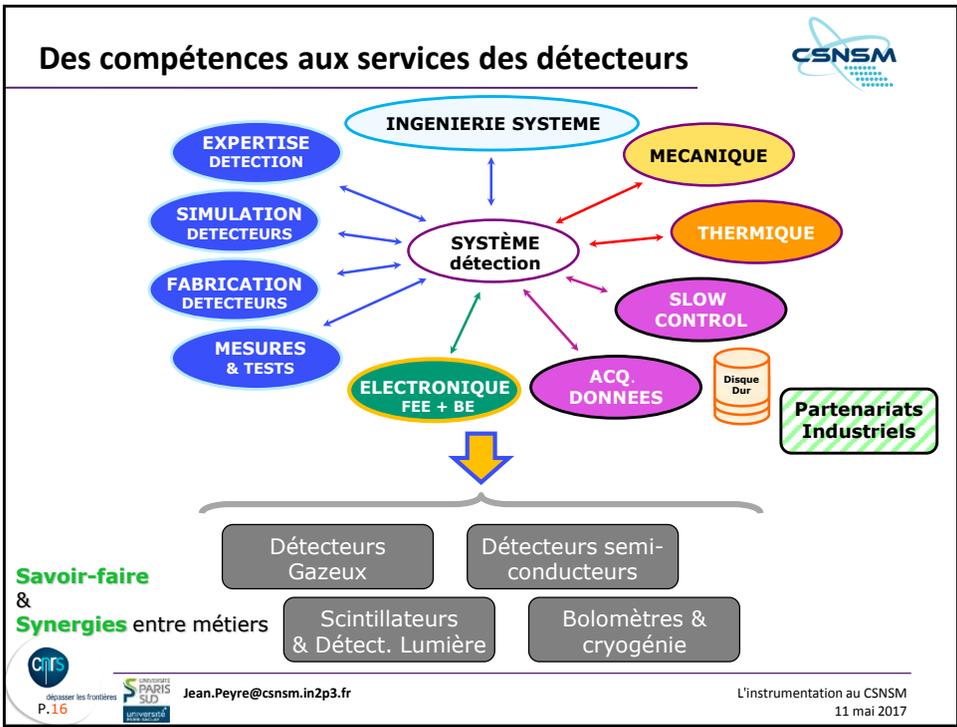
4 familles de détecteurs en général



<p>Détecteurs gazeux <i>Localisation</i></p>  <p>3m</p> <p>Chambres à fils</p>  <p>MPGD</p>	<p>Scintillateurs & détecteurs de lumière <i>Energie Temps de vol</i></p>  <p>10 cm</p> <p>Calorimétrie</p>  <p>APD SiPM</p>  <p>Photomultiplicateurs</p>	<p>Détecteurs semi-conducteurs <i>Localisation Energie - Temps de vol</i></p> <p>MUST2-GANIL</p>  <p>10cm</p> <p>Silicium</p>  <p>Germanium</p>	<p>Bolomètres & cryogénie <i>Energie</i></p>  <p>2cm</p> <p>20 mK</p>  <p>Cryostat à dilution ³He ⁴He</p>
--	--	---	--

Système de détection





Les projets d'instrumentation au CSNSM



L'instrumentation au CSNSM ne se réduit pas aux métiers de la détection !



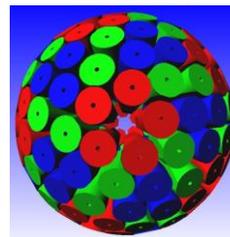
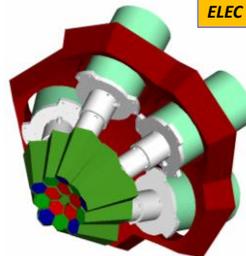
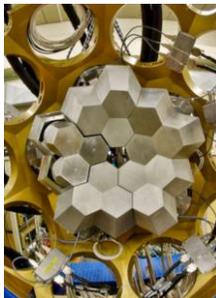
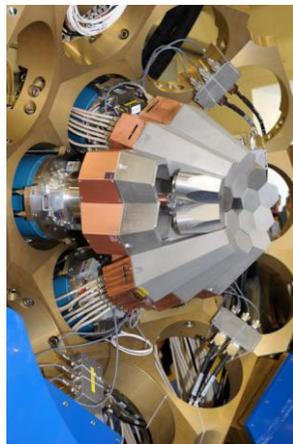
Refondation des Labos
CSNSM - IMNC - IPNO - LAL - LPT

AGATA: Advanced GAMMA Tracking Array

Spectromètre gamma 4π constitué uniquement de détecteurs Germanium.

DEMONSTRATEUR

ELEC INFO



La configuration 4π
à 180 détecteurs



AGATA: Advanced GAMMA Tracking Array



➤ AGATA: électronique

- ❖ étude, prototype, qualification, production:
 - I. 180 cartes "segment" (6 ch, CMC format mezzanine)
 - II. 30 cartes "core" (2 ch, Pseudo CMC mezzanine format).
- ❖ production 24 cartes "Carrier" (format "ATCA").
- ❖ Conception "New embedded electronic" (Valencia, Milano, CSNSM): consommation divisées par 6, prix par 4; 40 voies, 14 bits-100 MSps, FPGA Virtex7 (traitement, trigger, readout), transfert 10 Gbit.



- ❖ CEM-"Infrastructure team": expertise, directives, mesures sur site, validation.
- ❖ Table de scanning détecteur Germanium et banc de tests acquisition.



P.21



Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017



AGATA: Advanced GAMMA Tracking Array



➤ AGATA: DAQ

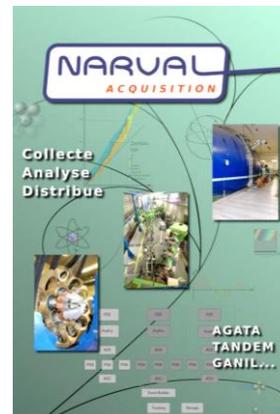
INFO

- ❖ Système d'acquisition - Gestion du flot de données (développement premier de NARVAL)



- ❖ ENX – "Slow control" – table de scanning

- ❖ Design et déploiement de systèmes autonome pour expériences
 - i. 96 U de matériel informatique
 - ii. 50 serveurs de calcul
 - iii. >200 TB d'espace disque
 - iv. Système pensé pour l'acquisition



P.22



Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

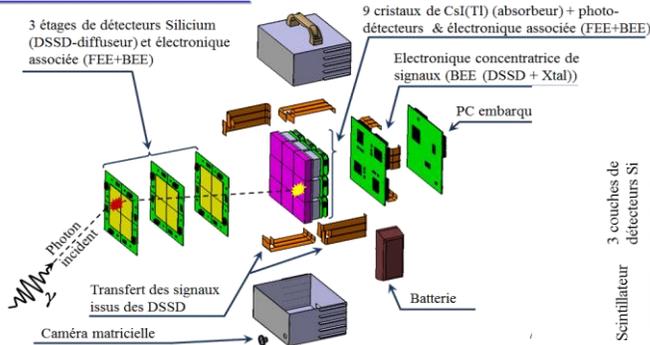


Projet ComptonCAM



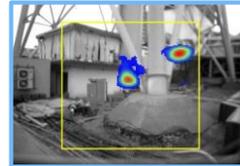
Localisation de sources Gamma pour le démantèlement des installations nucléaires

MECA ELEC INST INFO



Collaboration CSNSM – IPNO – SYSTEL – THEORIS avec sous-traitant majeur IDEAS

Dotation ANDRA : 1,6 M€



L'instrumentation au CSNSM 11 mai 2017



Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr



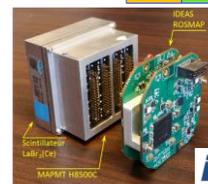
Développement du calorimètre



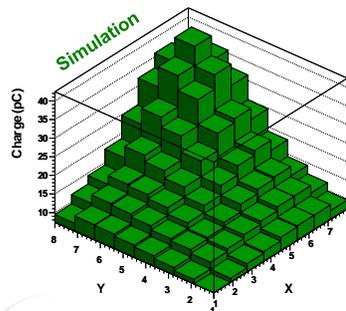
Réalisation d'un imageur 3D à partir de scintillateurs couplés à des matrices de photo-détecteurs

ELEC INST INFO

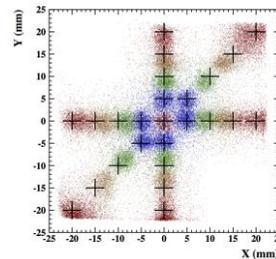
- ❖ Localisation en 3D de points d'impact de rayons γ à partir d'un **réseau de neurones artificiels** entraîné par des données simulées avec GEANT4



Chaîne de détection LaBr₃ + MAPMT H8500C + ROSMAP



GEANT 4 Simulation



Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM 11 mai 2017

COCOTE (COmpact COmpton Telescope)

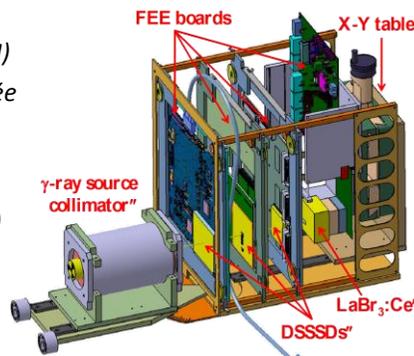


Collaboration CSNSM – IPNO – APC

MECA ELEC INST INFO

Prototypage de télescope Compton à Orsay

- ❖ Développement d'une **électronique frontale intégrée bas bruit** pour la lecture de détecteurs silicium (DSSSD) (IPNO)
- ❖ Développement d'un module **calorimètre-imageur** avec un **sintillateur couplé à une matrice de photo-détecteurs (PMT multi-anodes)** (CSNSM)
- ❖ **Système d'acquisition de données** basée sur carte test « MAROC » (OMEGA) et carte FPGA Virtex6 (ML605).
Développement hardware, firmware, Labview (setup), Narval (DAQ) (CSNSM)
- ❖ **Test du principe d'imagerie Compton** (Setup, synchronisation, acquisition)



Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

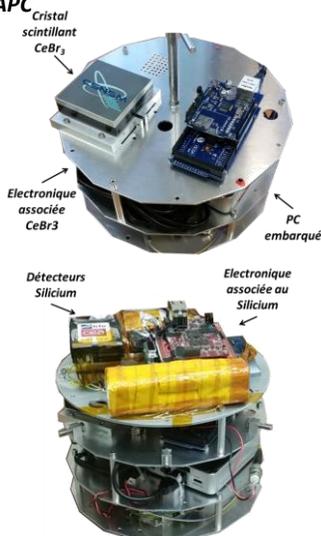
L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

COCOTE - BALLON



Collaboration CSNSM – CEA – APC

MECA INST INFO



Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

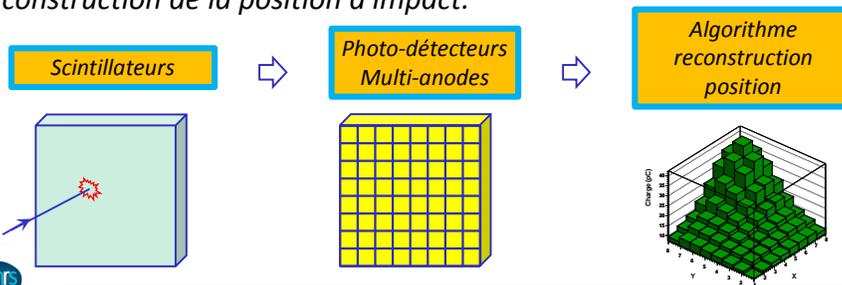
Projet GAMINS (GAMma Imaging with New Scintillators)



INST

Collaboration CSNSM – IPNO – IMNC

Etude comparative de différents systèmes **d'imagerie gamma** basés sur les dernières générations de **photo-détecteur** et de **scintillateur** afin de mettre à la disposition de la communauté une base commune de connaissances pour l'optimisation de ces dispositifs de détection, allant du **choix du scintillateur** à **l'électronique associée** en passant par les algorithmes de reconstruction de la position d'impact.



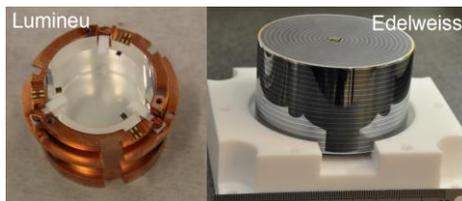
Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

Bolomètres



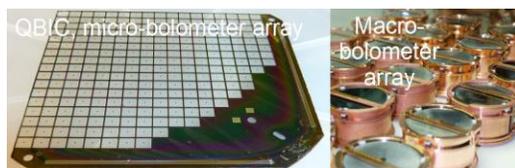
MECA INST



Activités importante au CSNSM autour des:

- **macro-bolomètres** (LUMINEU - désintégration double bêta, EDELWEISS - matière noire)
- **Les matrices de micro-bolomètre** (QUBIC - Cosmic Microwave Background), astronomie rayons X (ATHENA +)

Ces détecteurs permettent de mesurer de très faibles dépôts d'énergie



Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

Principe des bolomètres

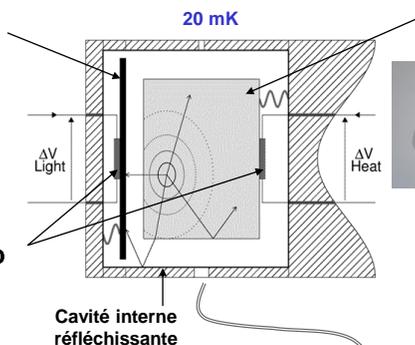


INST

Détecteur optique



Ge-NTD



Cristal scintillant



Cavité interne réfléchissante

Fibre optique



Thierry Redon



Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

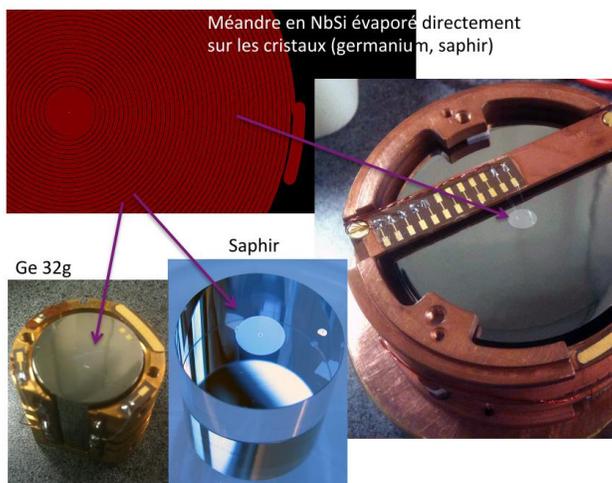
L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

Bolomètres – dépôts de couches minces



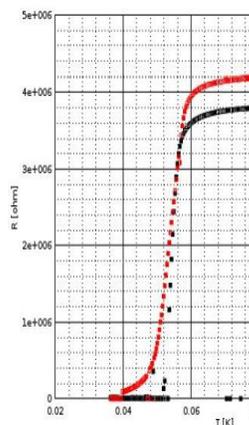
INST

Méandre en NbSi évaporé directement sur les cristaux (germanium, saphir)



Ge 32g

Saphir



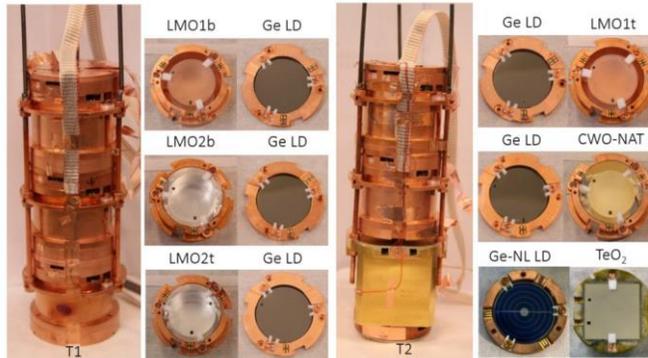
Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

Tests de bolomètres



INST



Installation/Montage/Etude de 2 empilement (R&D) de détecteurs au LSM (Laboratoire Souterrain de Modane, France).

- 4x LiMoO_4 cristaux pour le projet LUMINEU (neutrino-less double beta decay)
- 1x 750g TeO_2 cristal + détecteur de lumière (effet Neganov-Luke) (from R&D to physics application)
- Pour de la détection à effet Cherenkov (100 eV pour la ROI)
- 1x CdWO_4 pour les études de décroissance beta de l'isotope ^{113}Cd



Jean.Peyre@cnsnm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

Cryostats associés aux bolomètres

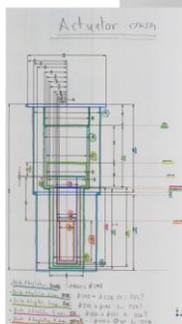
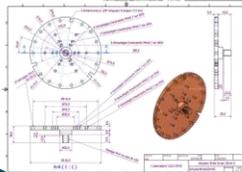
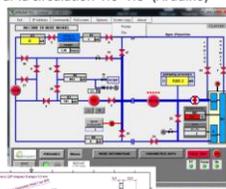


MECA INST

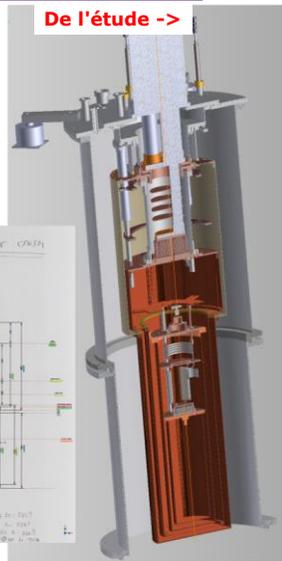
Cryostat « Actuator » : upgrade vers un cryostat à dilution $\text{He}^3\text{-He}^4$: de l'étude ->

Adaptation d'un système à dilution sur un cryostat 1K à pulse-tube (destiné au départ à l'amortissement des vibrations mécaniques via un système actif - accéléromètres -)

- * Test de fuite !!! (et modification d'une bride)
- * Conception de la partie mécanique : brides, écrans thermiques, dilution, pièces d'adaptation.
- * Etudes pour la conception d'un banc de pompage automatique pour la circulation $\text{He}^3\text{-He}^4$ (Arduino)



De l'étude ->



Jean.Peyre@cnsnm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

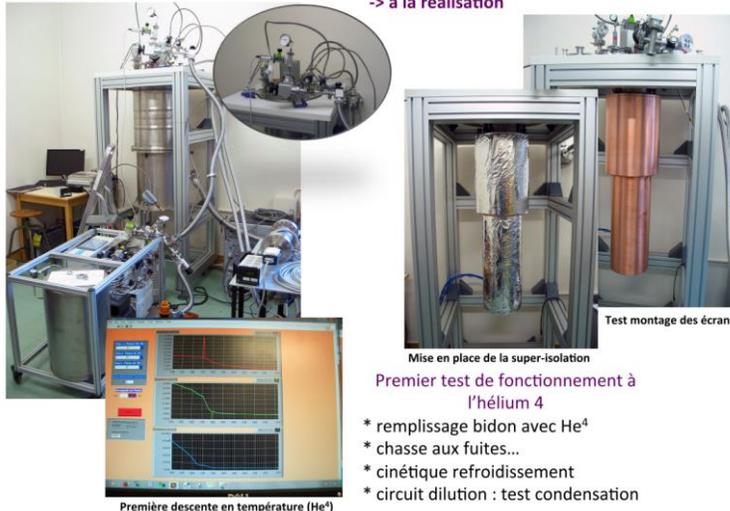
Cryostats associés aux bolomètres



-> à la réalisation

Cryostat « Actuator » : upgrade vers un cryostat à dilution He³-He⁴
-> à la réalisation

MECA INST



Test montage des écrans

Mise en place de la super-isolation

Premier test de fonctionnement à l'hélium 4

- * remplissage bidon avec He⁴
- * chasse aux fuites...
- * cinétique refroidissement
- * circuit dilution : test condensation

Première descente en température (He⁴)



Jean.Peyre@cnsnm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

Cryostats associés aux bolomètres



-> à la réalisation

Cryostat « Actuator » : upgrade vers un cryostat à dilution He³-He⁴
-> à la réalisation

MECA INST

- * Câblage mesure
- * Thermométrie
- * Chauffage
- * Thermalisation
- * acquisition...

En cours de réalisation



Montage des écrans

Grefe d'une unité dilution He³-He⁴
(Emiliano)



Jean.Peyre@cnsnm.in2p3.fr

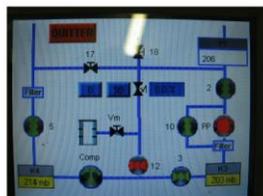
L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

Cryostats associés aux bolomètres



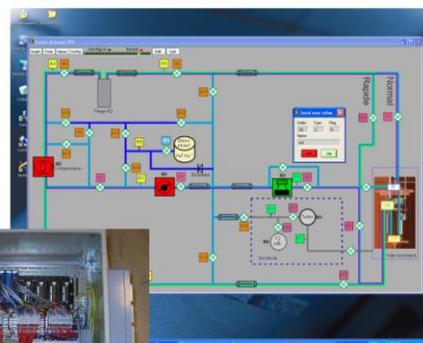
INST

Cryostat « Actuator » : upgrade vers un cryostat à dilution He³-He⁴
 -> étape suivante: automatisation du banc de pompage pour suivi à distance



Passage d'un banc semi-automatique (non adapté à un usage en dilution)

- * beaucoup de vannes manuelles
- * Ajout de fonctions spécifiques
- * (fonctionnement avec tube pulsé)



-> Pilotage via automate industriel Fieldpoint (NI) et Labview

- * Mise en réseau pour pilotage à distance



Armoire Électrique de commande

-> test en dilution avec un mélange He³-He⁴ (température visée: ~20 mK)



Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

Caractérisation de grains extraterrestres



MECA INST

Expédition en Antarctique



Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

Caractérisation de grains extraterrestres



INST

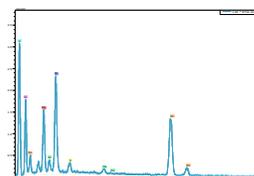
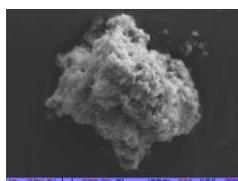
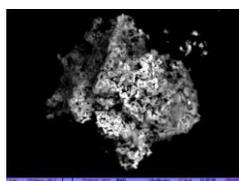
Nouvelle salle blanche



Tri micrométéorites concordia DC15-16



- analyse au MEB (EDX + photo SE, BSD)



Jean.Peyre@csnm.in2p3.fr

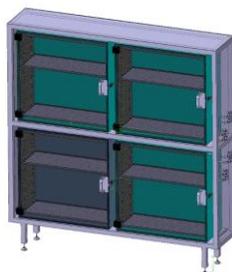
L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

Caractérisation de grains extraterrestres



MECA INST

Armoire spéciale de rangement sous azote, stockage collection micro météorite



H:1900mm
L:1800mm
P:400mm



Jean.Peyre@csnm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

Activités de préparation d'échantillons et polissage



INST

Physico-chimie de l'irradiation :

- Polissage mécanique d' UO_2 sous boîtes à gants pour analyse MET



- Polissage ionique ou chimique d' UO_2



Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

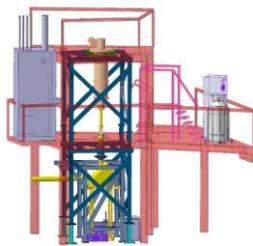
L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

Projets Polarex & Gbar



Polarex

MECA INFO INST



Collaboration CSNSM - IPNO

- Installation à l'IPNO - ALTO
- gestion et maintenance des pompes à vide
- Installation et mise en service d'une nouvelle pompe "Multiroots" sur Polarex à ALTO
- Dev. DCOD-ENX

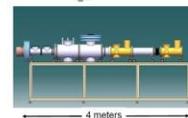
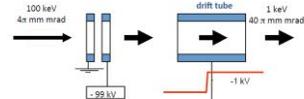


Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

Gbar

MECA INST

GBAR antiproton decelerator



4 meters

Projet à destination du CERN

- Conception supports
- Ingénierie sécurité HT
- Vide et pompage
- Alignement



Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

SIRIUS: SI Tunnel detector (96 ch.)

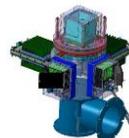
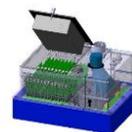
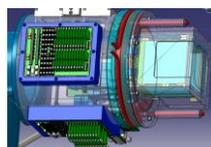


S³ (Super Separator Spectrometer)-Spiral2

MECA ELEC

SIRIUS: SI Tunnel detector (96 ch.)

- Frontend electronic Hardware.
- Backend electronic (Hardware, Firmware) + Hardware DSSD (100 cartes): Electronique numérique rapide (ADC 14 bits-100 MSps), FPGA (traitement, Trigger, Readout).
- R&D Préampli à compensation (double détection), collaboration GANIL-CSNSM.
- Infrastructure: Caractérisation PAC et Si.
- CEM: Infrastructure team: expertise, directives, mesures sur site, validation.
- Etudes de boîtiers et supports mécaniques



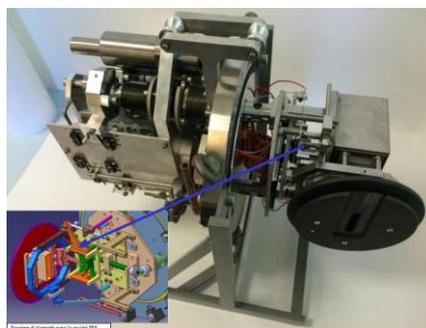
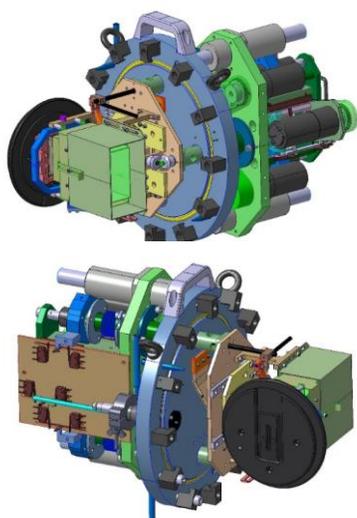
Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

Electrode extractrice pour IBS



MECA INST



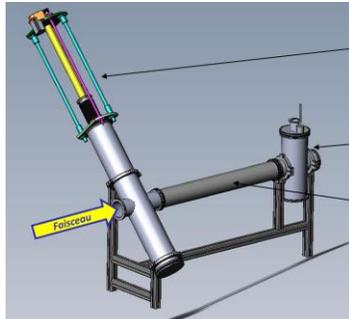
Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

Emittancemètre



MECA INFO INST



Emittancemètre en position départ

Déplacement du chariot :

- Fente d'analyse
- Fils profileur
- CF

Raquettes de mesure de divergence faisceau 2x 64 fils au pas de 1mm

Longueur ajustable en fonction de l'émittance

-Simulation

-Fabrication

-Développement DAQ & CC sur ARDUINO et RASPBERRY PI

-Tests sur faisceau

-Ampli Log différentiel compensé en température. Mesure sur 5 décades résolution 1V/décade. Entrée de mesure courant ou tension.



Collaboration CSNSM – IPNO pour le tissage des raquettes



Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

Atelier mécanique



MECA

➤ Usinage :

- Tours
- Fraiseuses
- Commande numérique
- Imprimante 3D

➤ Soudure :

- TIG (soudure pour le vide)
- MIG (soudure châssis)
- Chalumeau

➤ Bureau d'étude :

- Solidworks
- CATIA

➤ Montage pour le vide :

- Nettoyage (bac à ultrasons...)
- Mise au point



➤ Gestion de l'atelier :

- Suivi des sous-traitances
- Commande matière et outillages
- Gestion des gaz
- entretien des machines
- Ect....



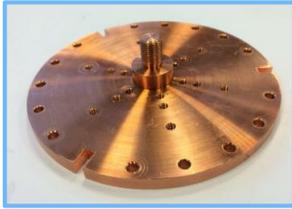
Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

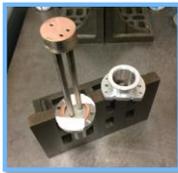
Atelier mécanique



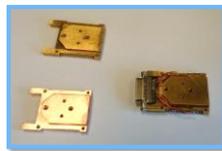
MECA



Ensemble cuivre/PEEK pour cage de faraday



Système de refroidissement liquide



3 supports échantillon



Projet "Pométilat"



Capot LED /hublot / imp 3D



Jean.Peyre@cnsnm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017

L'instrumentation au CSNSM

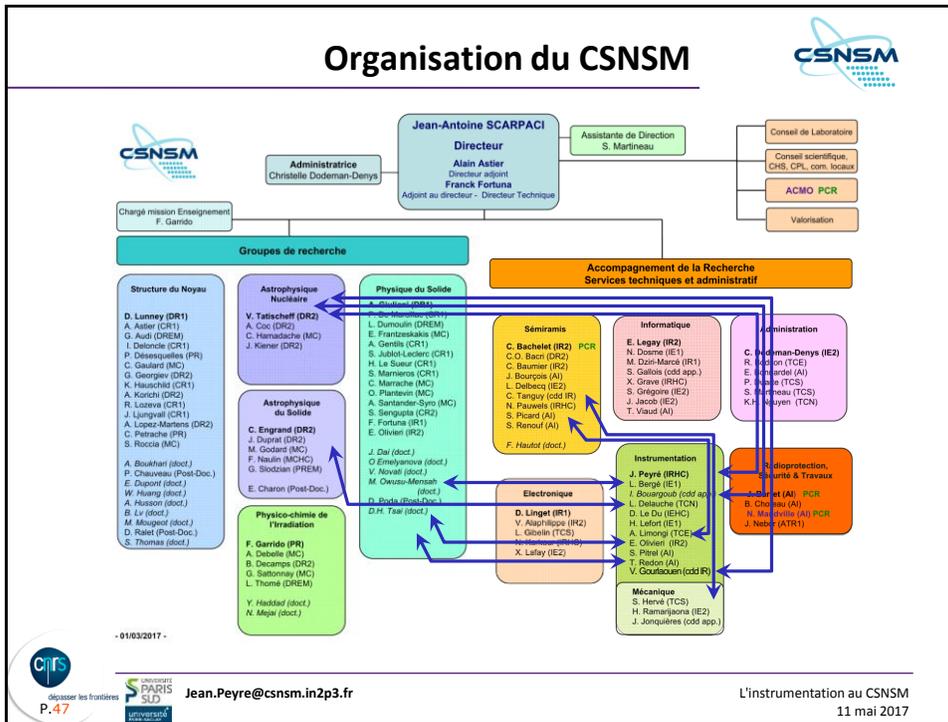
CONCLUSION

Refondation des Labos
CSNSM - IMNC - IPNO - LAL - LPT



Jean.Peyre@cnsnm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017



L'instrumentation au CSNSM, c'est :

- Des projets de tailles variables et pour des thématiques très différentes
- Une organisation très flexible
 - Certains membres de l'instrumentation au CSNSM sont intégrés aux équipes de recherche, mais peuvent également être sollicités par d'autres groupes. La taille du laboratoire permet aux groupes de recherche de s'adresser directement aux agents, la hiérarchie intervenant pour définir les priorités.
 - Un "atelier de proximité", indispensable aux impératifs de fonctionnement de la plateforme accélérateur.
- Une expertise reconnue (L'activité de R&D est prédominante – propre & sur projets)
 - A. La gestion du personnel par les talents
 - B. Transparence dans les décisions
 - C. Les personnels se retrouvent dans la vision du laboratoire

Jean.Peyre@csnsm.in2p3.fr

L'instrumentation au CSNSM
11 mai 2017