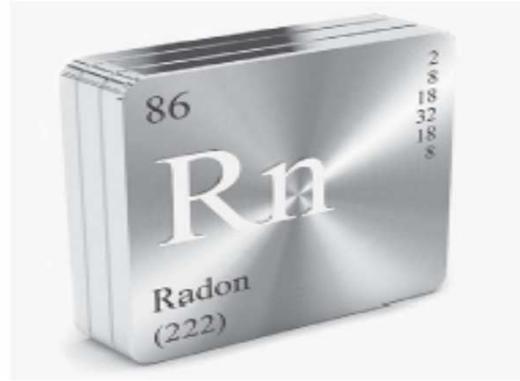


# Radon et radioactivité sous-marine

Jose Busto

9 janvier 2020 - CPPM



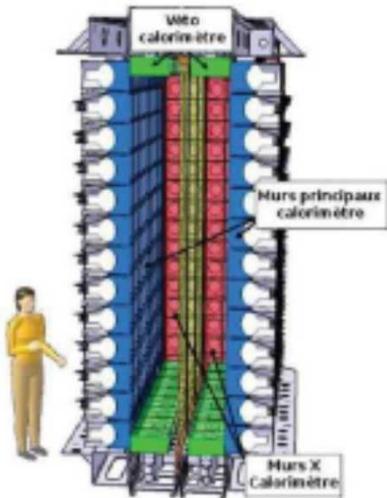
## ➤ SuperNEMO

=> CPPM Responsable de la radio-purification du gaz

( $\beta\beta$ ) $0\nu$  experiment (Modane)

Gaz  $\rightarrow$  He + C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH + Ar  
 $\rightarrow$  Rn concentration < 150  $\mu$ Bq /m<sup>3</sup> ( <80 atoms /m<sup>3</sup> )

Capture du radon par adsorption sur matériau microporeux

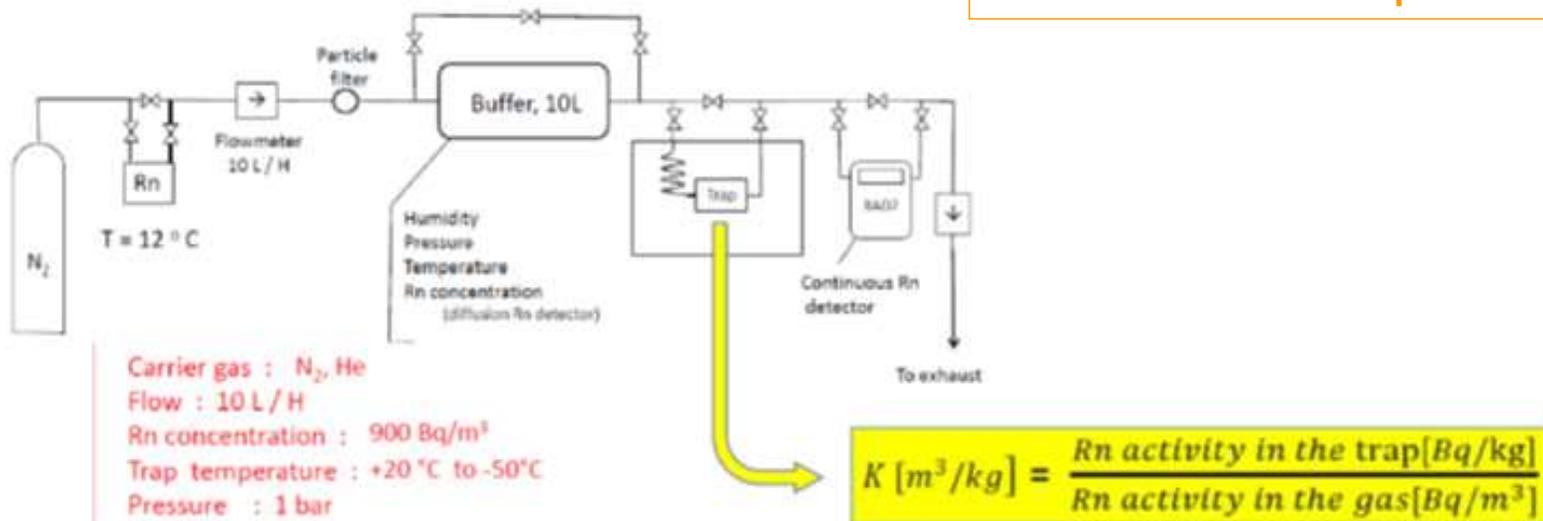


- Thèse Raymond Noel « Etude et développement de substrat microporeux pour l'adsorption du radon et son application en physique du neutrino »

Plus grande base de données sur la capture du radon en fonction de la température (> 60 matériaux)

→ Nature Materials 20 July 2014

Identification micro-porosite optimale (0.5 a 0.7 nm)  
Identification effet composition chimique



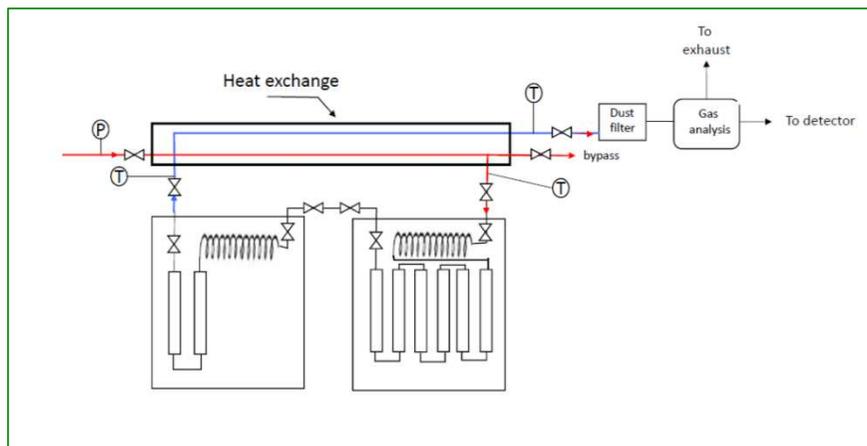
γ-Ge / α-Si spectroscopy

- Réalisation d'une trappe anti-radon (J-Trap) pour étudier le bruit de fond du tracker (UCL)

➔  $20 \pm 12 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$



- Construction de la trappe anti-radon de SuperNemo pour Modane (en cours)



## ➤ JUNO

=> CPPM Responsable des études de diffusion du radon dans le liner

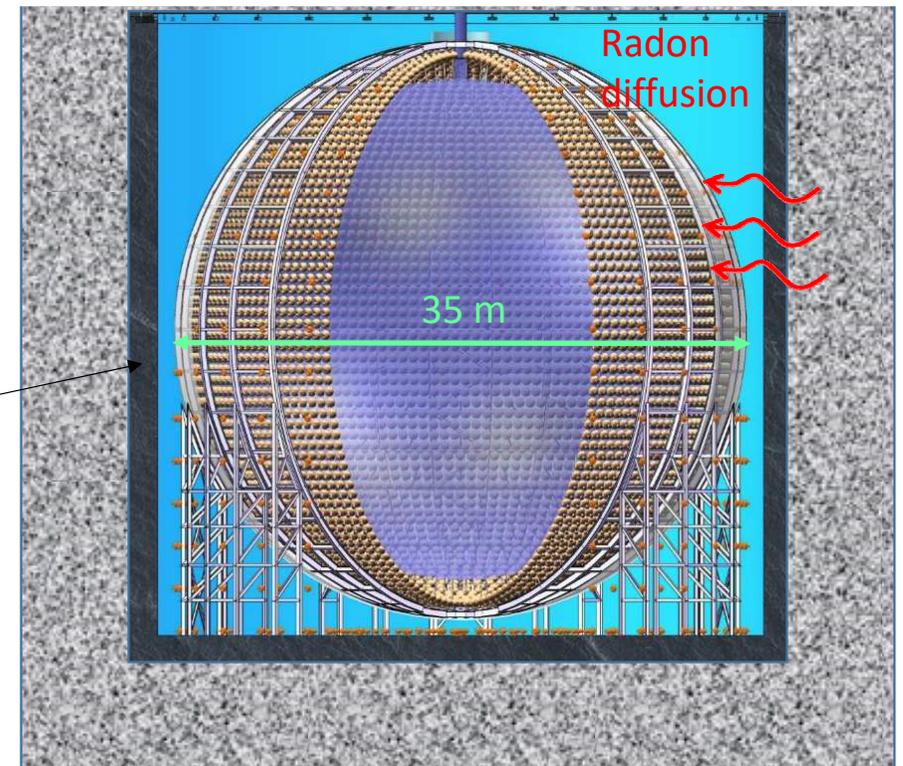
Physique du neutrino a basse énergie avec un scintillateur liquide.

- Hiérarchie de masse des neutrinos
- Neutrinos atmosphériques
- Neutrinos Supernovæ
- Geo-neutrinos
- ...

Roche =>  $^{238}\text{U}$  : 120 Bq/ kg  
Rn eau =>  $< 0.2$  Bq/m<sup>3</sup>

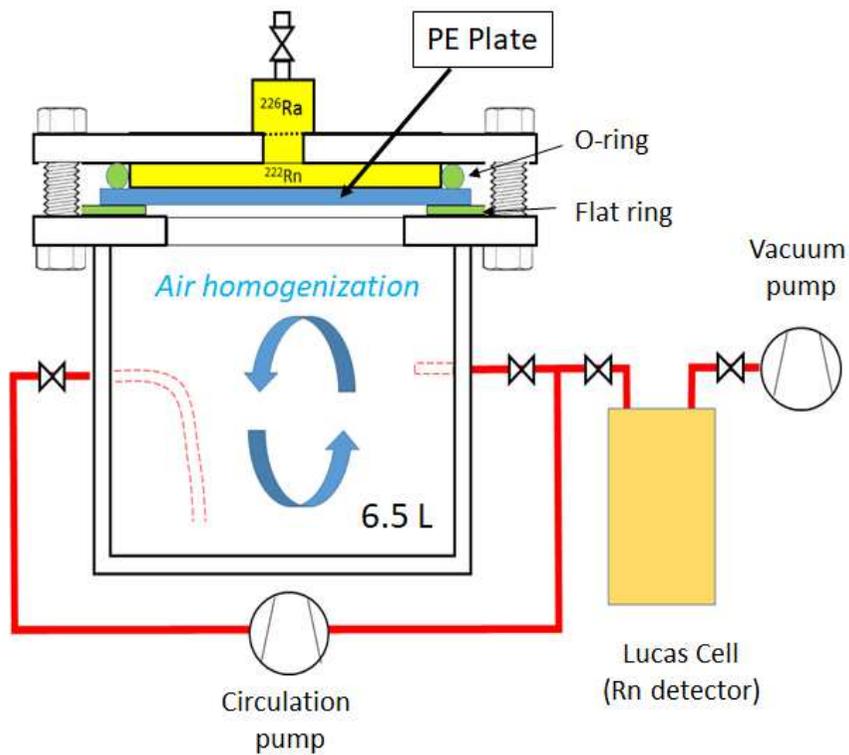
Liner en PE

Plaques PE thermo soudées



## New Setup

- 6.5 L chamber
- Strong Rn source :  $3.98 \text{ MBq/m}^3$  without plate
- Homogenization of the gas
- Tight system (vacuum and overpressure)



- Mesures PE : 3 et 5 mm  $\Rightarrow$  0.28 %, et 0.024 %
- Mesure Al 0.8 mm  $\Rightarrow$  0.007 % (300 Bq/m<sup>3</sup>)
- Mesure Al 0.8 mm + trou 300  $\mu\text{m}$   $\Rightarrow$  **10 %** (fissures)
- Effet porosité thermo-soudure
- Emanation roche



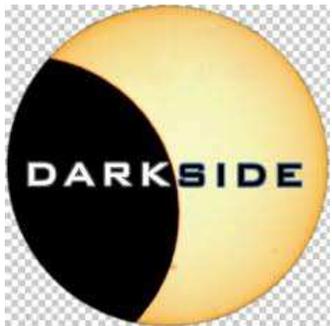
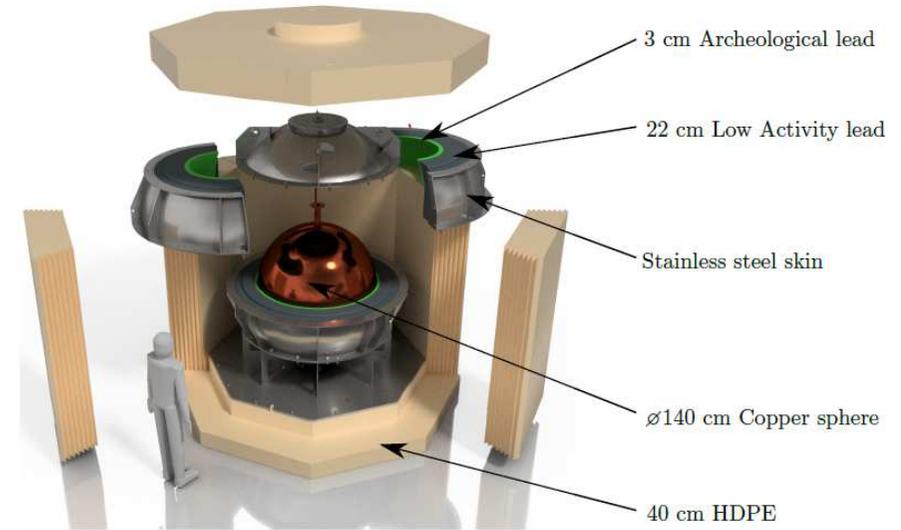
# Demande d'expertise pour plusieurs expériences



## Dark Matter

(Mesures en cours)

Alberta University : Capture du Rn dans Ne + CH<sub>4</sub> (en cours)  
(Marie Cecile Piro) : Capture par électrophorèse + adsorption



## Dark Matter (CPPM) (Roberto Santorelli – CIEMAT Madrid)

Diffusion du Radon dans sac de transport  
Diffusion du Radon dans acrylique

(Mesures en cours)



*(Juergen Reichenbacher - South Dakota)*

Emanation Radon Zéolites purification ArL en fonction de la température ( +20 °C to -185 °C )

(Mesures très préliminaire en cours)



$(\beta\beta)0\nu$   
(Xe liquide)

Demande étude émanation dans Xe en fonction de la température  
Demande étude capture du Rn dans Xe

*(Jacques Farine - Univ. Laurentienne)*

**CUPID**  
 $(\beta\beta)0\nu$   
(bolomètre)

Demande étude anti-radon facility pour salle blanche

*(Andrea Giuliani)*

## LABCOM P2R

Réalisation d'un nouveau type de détecteur de radon efficace et pas cher.

Basé sur la coïncidence  $^{214}\text{Bi} - ^{214}\text{Po}$

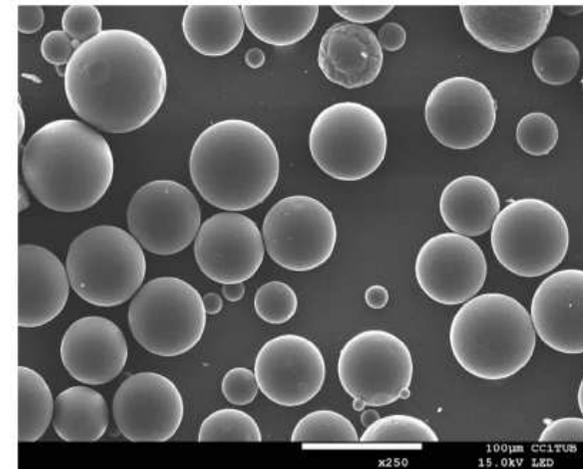
Travail fait - Attente d'industrialisation

→ Olivier LLIDO

# Radon v.s LiquidO

LiquidO : scintillateur opaque

**Micro-spheres of plastic scintillator  
from Barcelona University**



- Polystyrene + POPOP + PPO
- Polystyrene + POPOP + PPO + di-isopropyl-naphthalene

↳  $\alpha / \beta$  discrimination

Bi-Po discrimination (164  $\mu$ s coincidence)

$^{222}\text{Rn}$  from BiPo

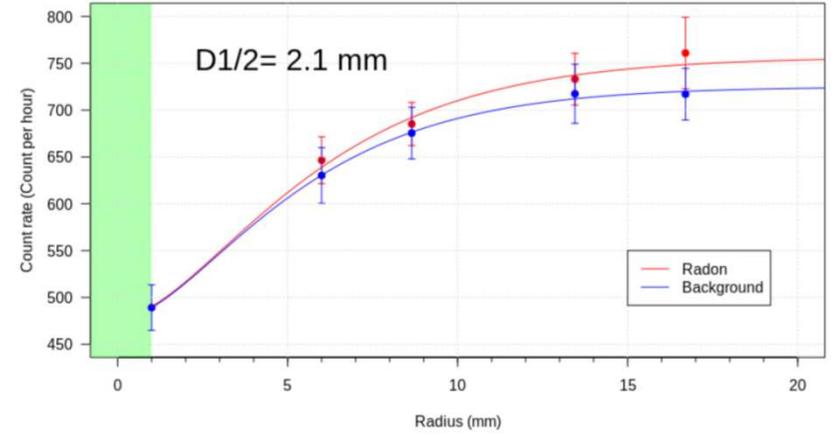
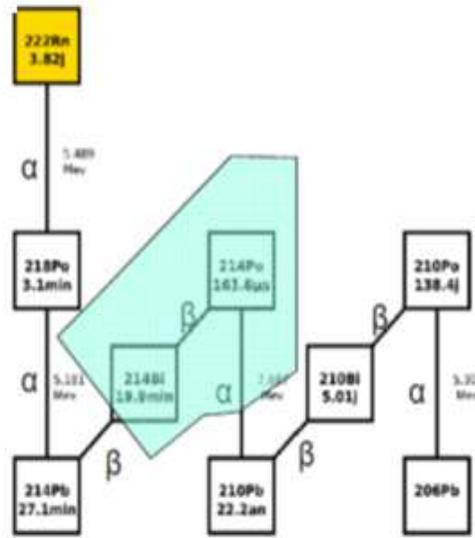
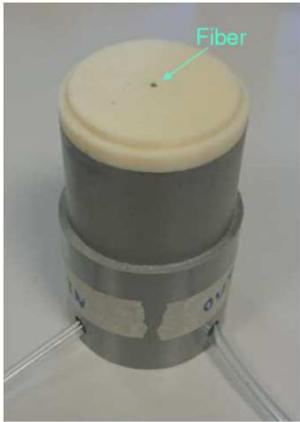


Fig. 3: Count rates with the  $210 \mu\text{m}$  powder

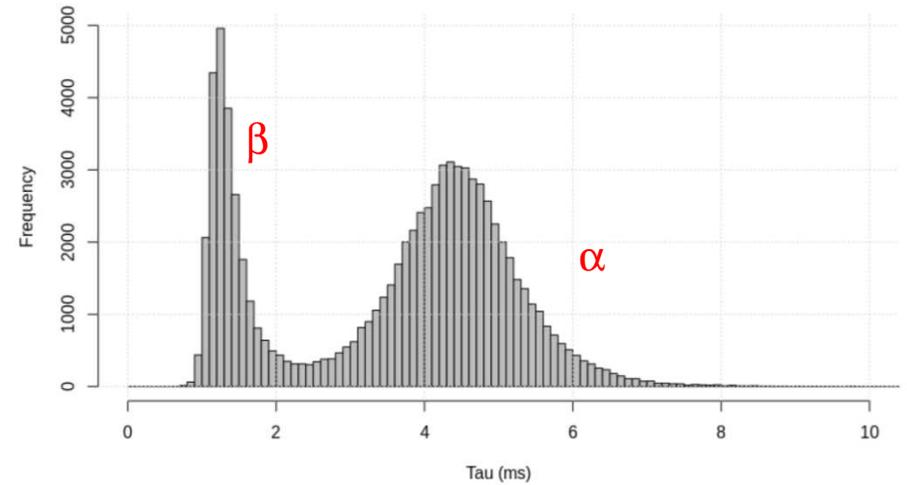
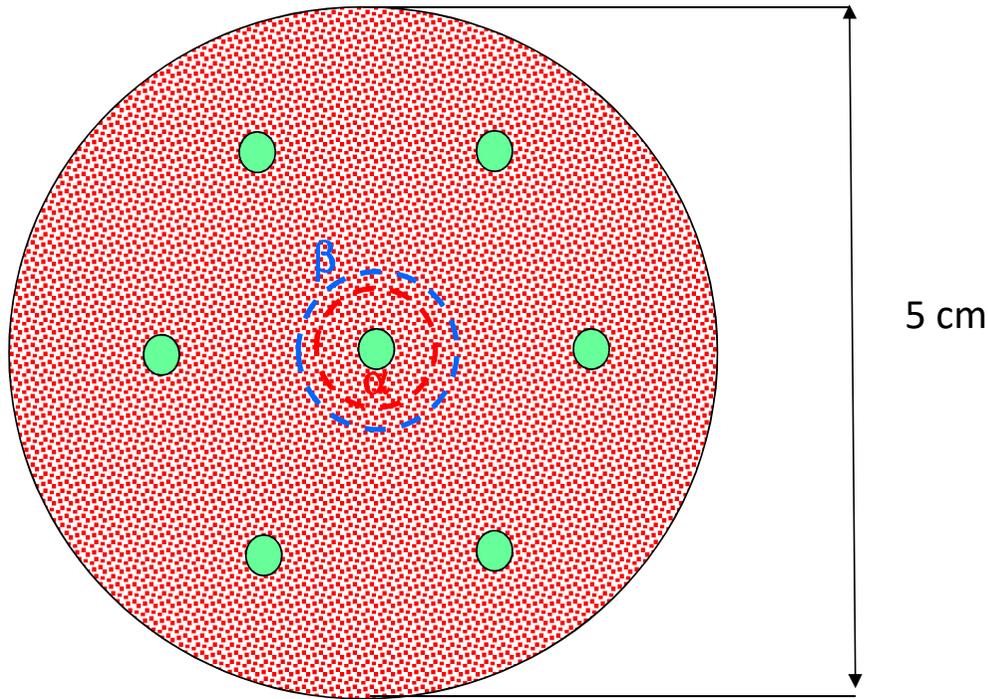


Fig. 9: Constant decrease pulse distribution with DIN (powder Psm\_MS\_E,  $\varnothing = 120 \mu\text{m}$ )

- Mesure spatiale : Fibre
- Mesure temporelle : Coincidence BiPo
- Mesure wave-forme : DIN

Passage en multi-fibre =>

=> Très fort potentiel de détection du Rn avec très grande sensibilité



Radon signal :

- 1) space coinc (only one fiber)
- 2) time coinc ( $\sim 200 \mu\text{s}$ )
- 3)  $\beta + \alpha$  ( $\beta/\alpha$  discrimination)

7 fibers  $\rightarrow$  8 channels wavecatcher + PM multianode, already available : 400 cm<sup>3</sup> detector

## R&T MicroRadon

Collaboration entre 3 laboratoires (CPPM, CENBG, IPHC) pilotée par le CPPM pour étudier la problématique extrême du radon dans les expériences de physique et astrophysique des particules a base énergie

- ❖ Amélioration des propriétés de capture du radon ( microporosite et composition chimique)
  - => chimie théorique : Strasbourg
  - => R&D matériaux poreux organiques : Epinal
- ❖ Emanation extrême : gaz lourds (Xe), gaz liquides, température, composition
- ❖ Purification Xe (challenge important) → R2D2 et son extrapolation, nEXO, XENON, ...
  - => MPIKP Heidelberg
- ❖ Diffusion en fonction des conditions physiques
- ❖ etc

Budget : 110 k€ sur 3 ans accordé

Kick-off meeting 17 ou 24 fevrier a Strasbourg

*Principal besoin : main d'oeuvre*



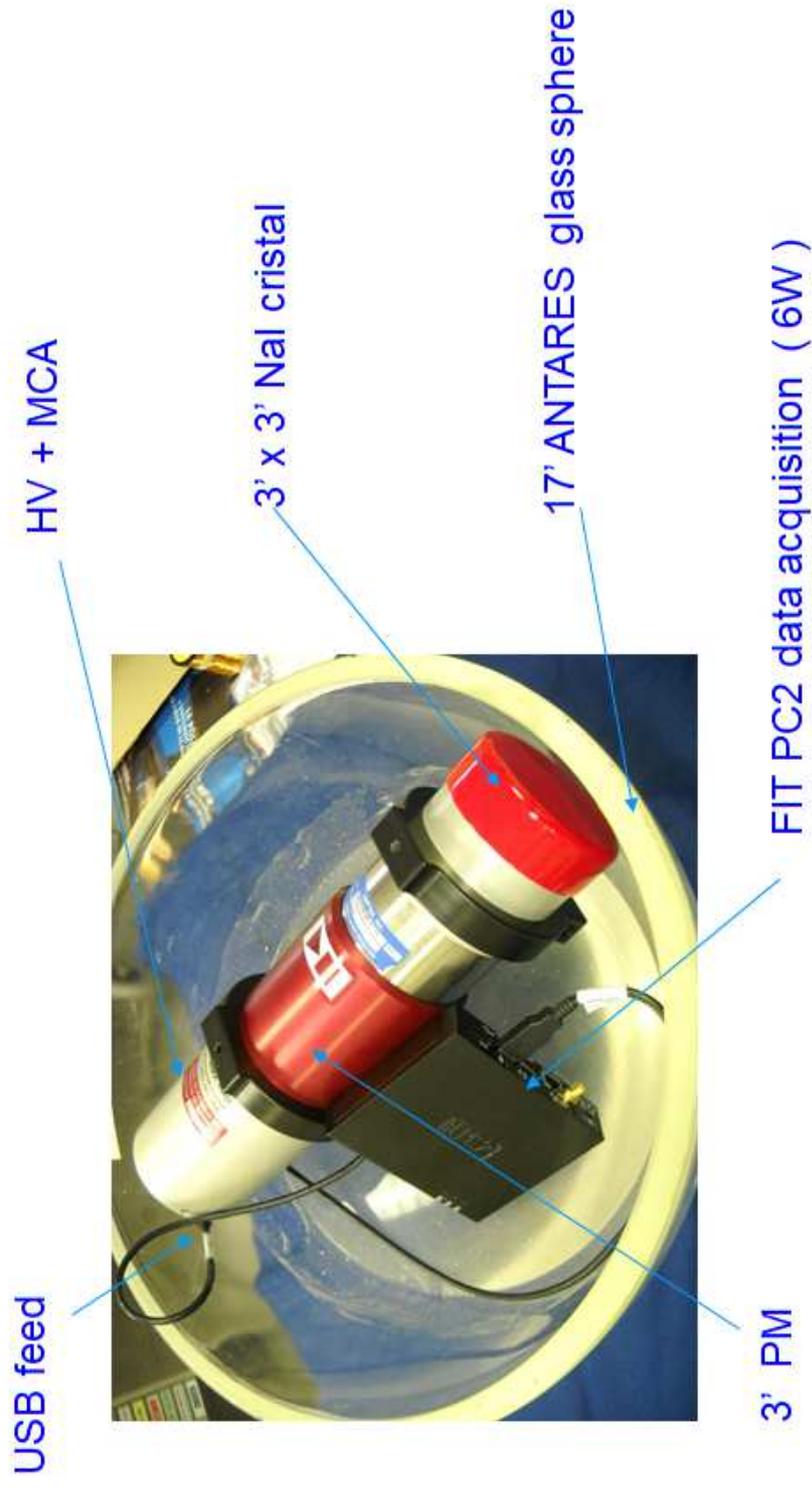
## Mesure radioactivité in situ en continue et a très grande résolution => jamais fait

- ❑ Evaluation précise des radio-isotopes dans l'eau => contribution au fond Cerenkov (40K)
- ❑ Evolution radioactives des masse d'eau => important en océanologie, hydrologie, géologie  
=> collaboration IRSN - Cadarache, Univ. Toulouse,
- ❑ ...

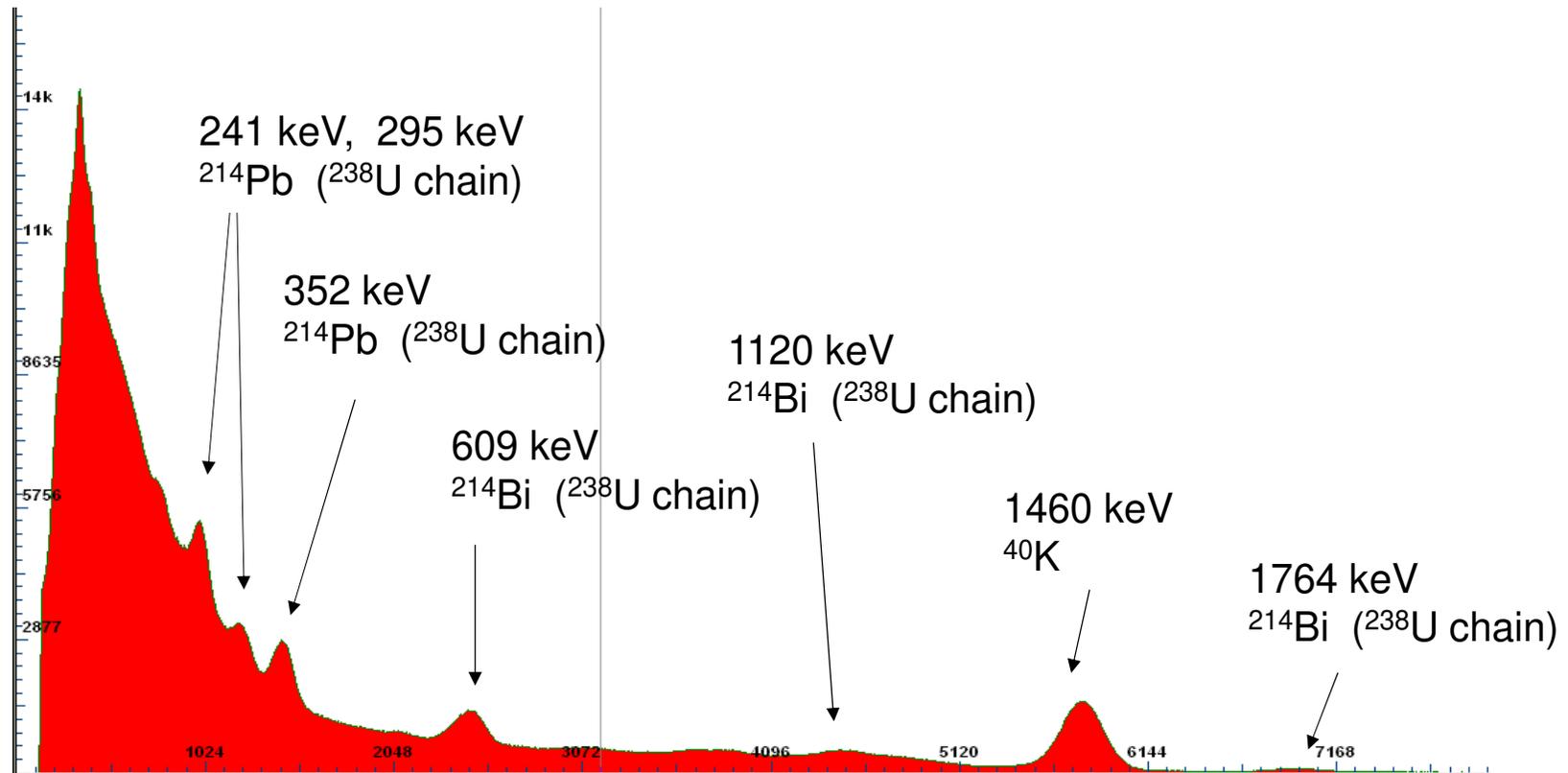
Premier tests en 2010 avec un NaI 3'' dans une sphère Benthos avec batteries

## Project to measure gamma activity in ANTARES site

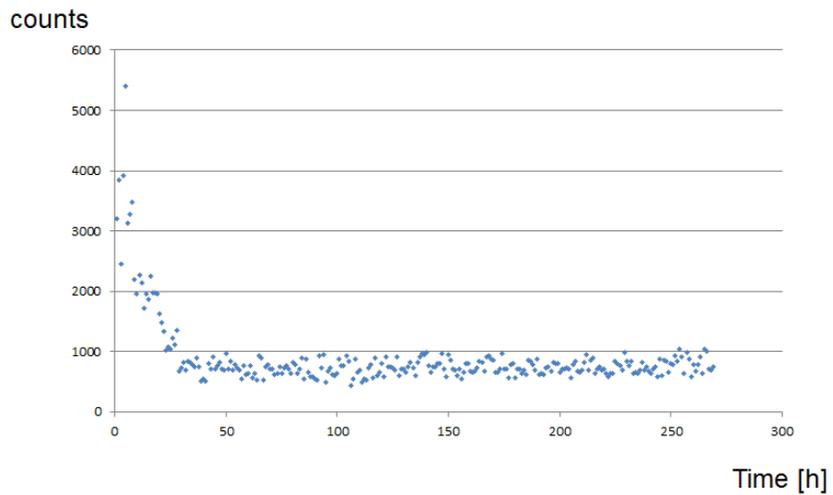
$\text{NaI}$   $\gamma$  spectrometer in an standard ANTARES glass sphere



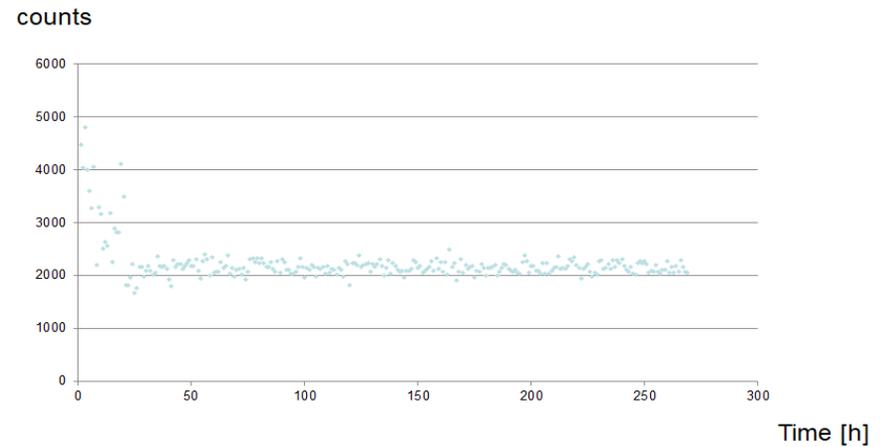
# 189 h in ANTARES Site



### Evolution of 609 KeV pic

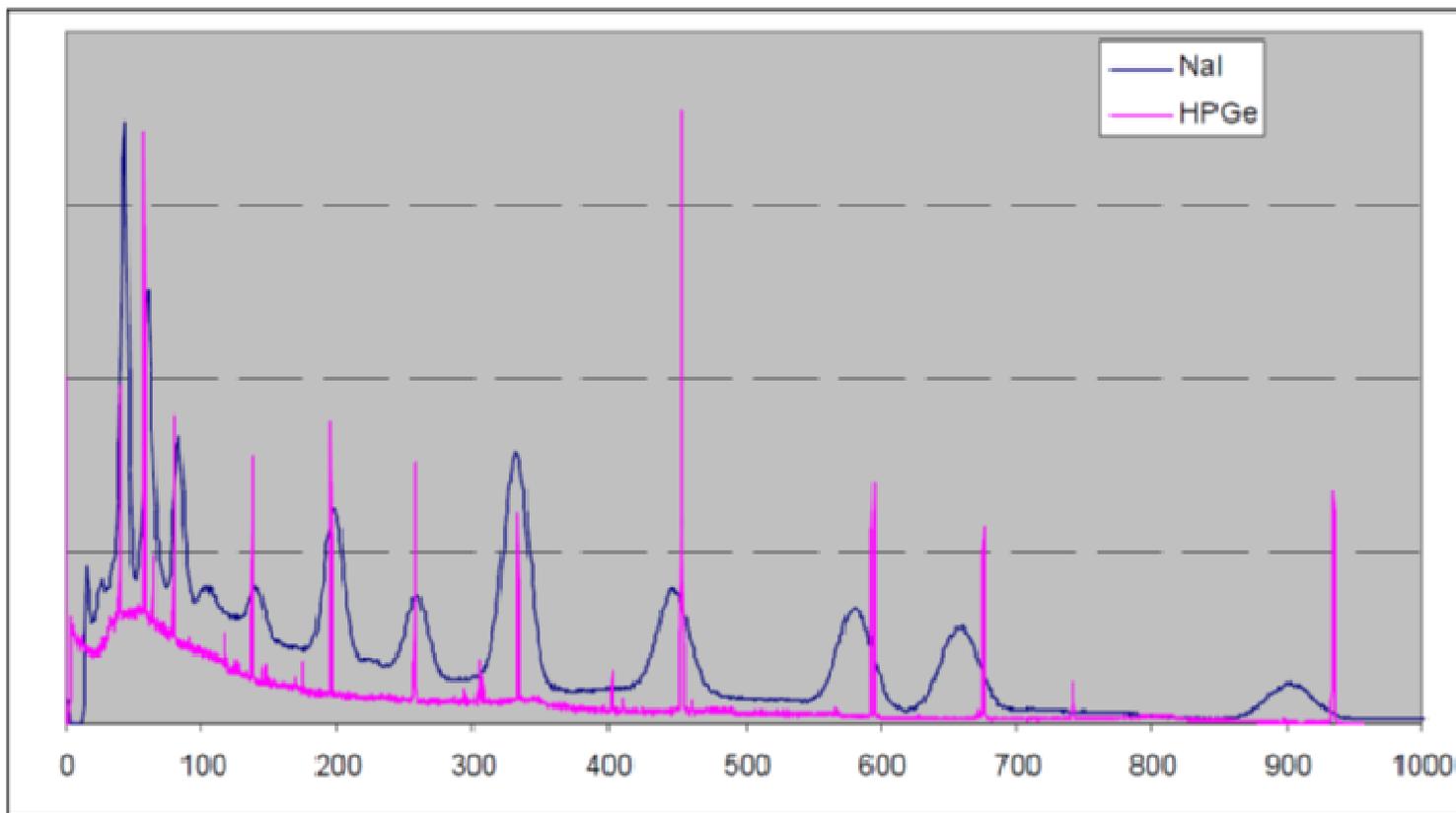


### Evolution of 1460 keV



**Beaucoup mieux avec un Ge !**

# Comparaison Ge - NaI



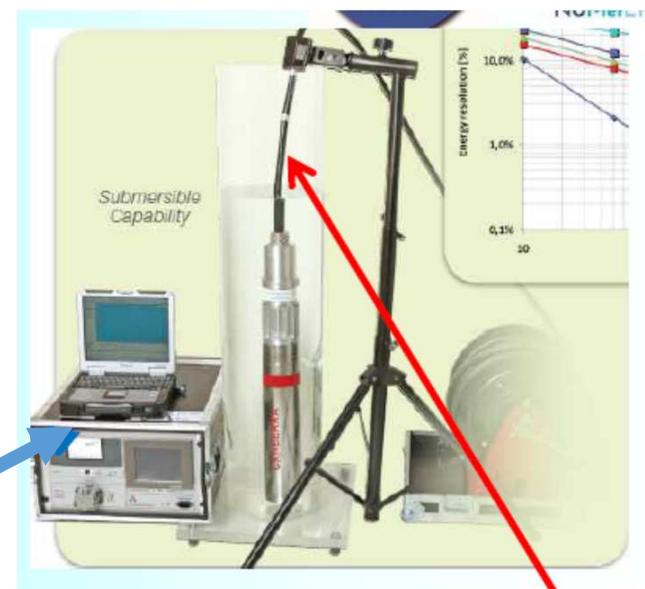
Problématique : utiliser un détecteur existant , fiable en environnement difficile et l'adapter en grande profondeur.



**MIRION**  
TECHNOLOGIES

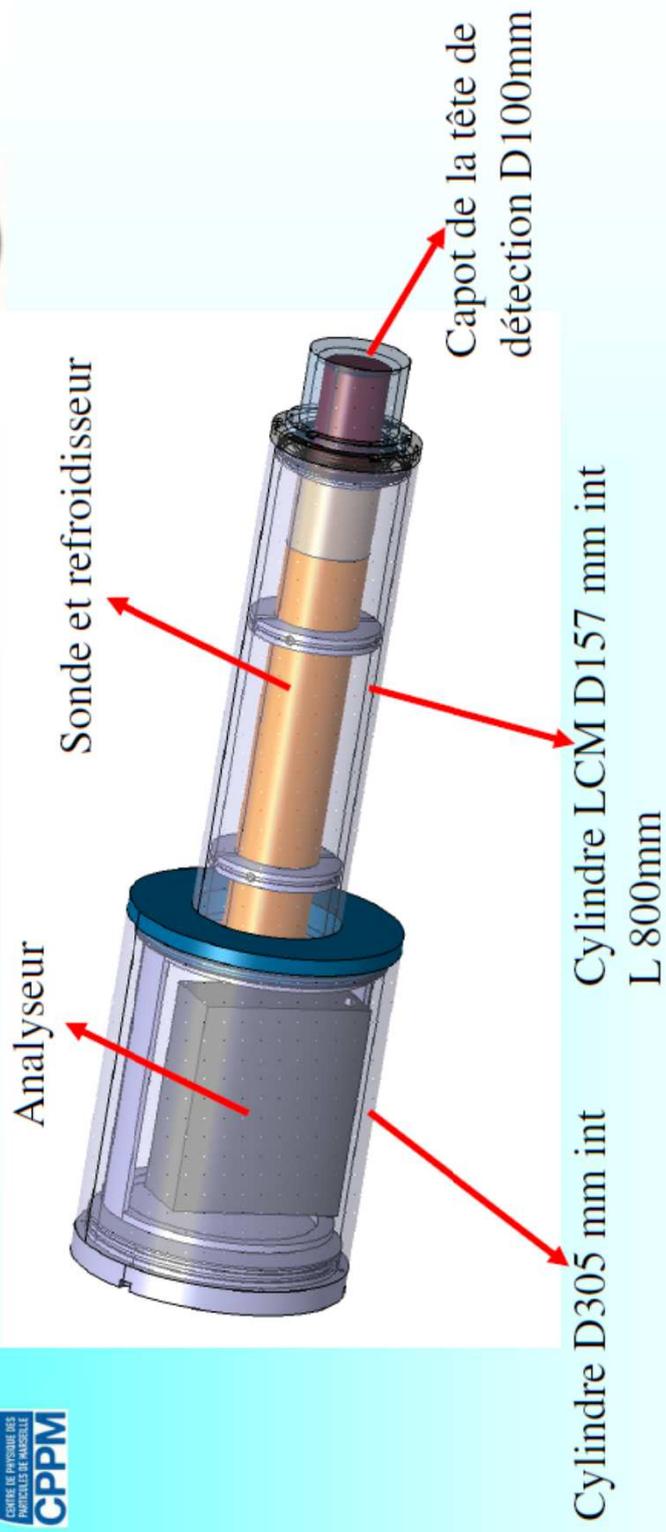
**CANBERRA**

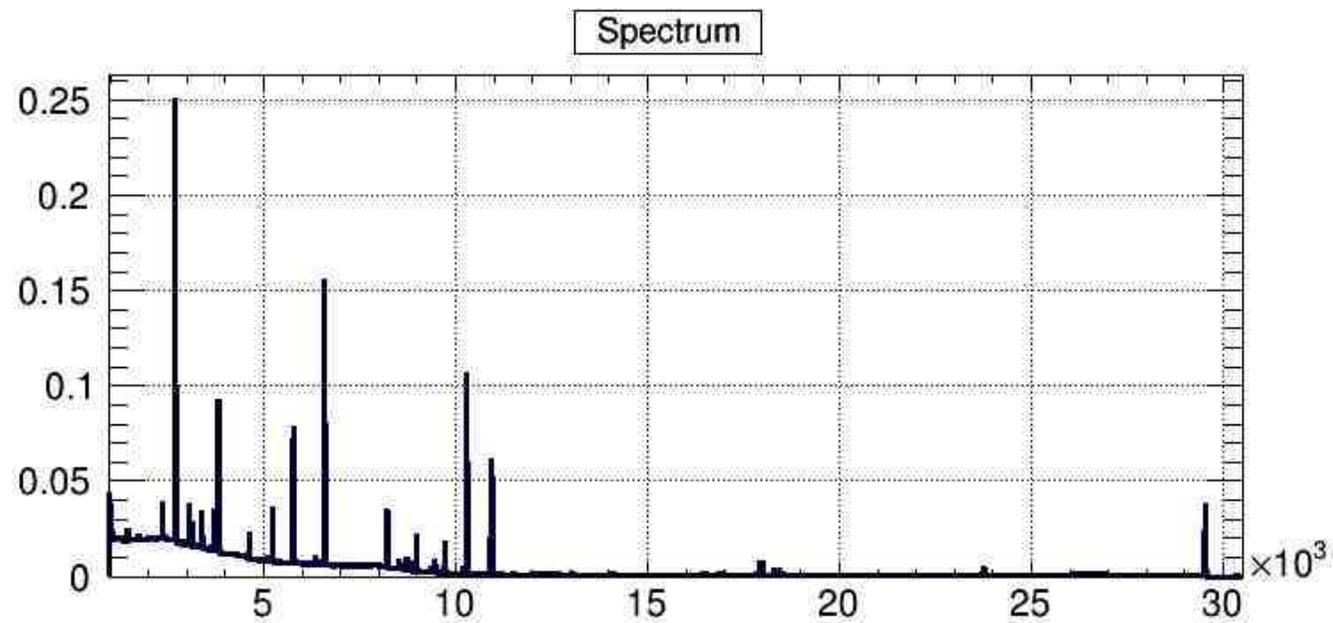
**Refroidissement par pulse-tube (77 K )  
Dégazage extrêmement faible => très haut vide**



Electronique d'acquisition

## EBAUCHE avec 2 cylindres titane





- Résolution nominale (2 keV à 1332 keV)
- Très grande stabilité sur plus de 2 mois
- Enceinte en titane testée en pression
- Bruit de fond propre à mesurer => CENBG avec plomb archéologique (fin janvier)
- Immersion prévue pour le mois de mai.

## Quelques idées en plus

- ❖ Mesure de l'émanation de Rn v.s. activité sismique dans l'eau !!
- ❖ Application analyse de la composition fond marin : Ge + générateur neutrons  
=> métaux rares, CH<sub>4</sub>, ... très grand avantage spectroscopie  $\gamma$  haute résolution

