

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE



www.cea.fr

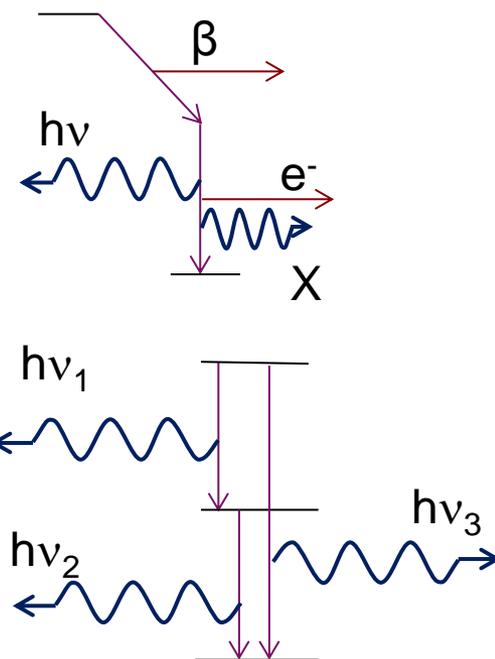
PRÉSENTATION DE γ^3 , UN SPECTROMÈTRE ÉLECTRON/PHOTON HAUTE RÉOLUTION ET BAS BRUIT DE FOND POUR LA DÉTECTION D'ULTRA-TRACES DE PRODUITS DE FISSION ET D'ACTIVATION DANS L'ENVIRONNEMENT

CAGNIANT ANTOINE , DOUYSSSET GUILHEM, GROSS PHILIPPE, LE PETIT GILBERT, FONTAINE JEAN-PIERRE

Directeur de thèse : Aupiais Jean

Déroulement :

- Contexte et Installation
- Réduction du bruit de fond
- Mesures en coïncidences

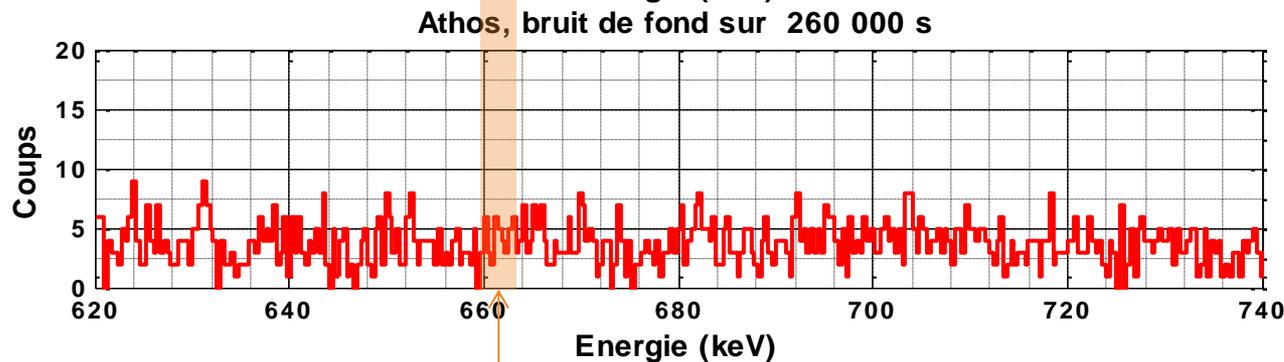
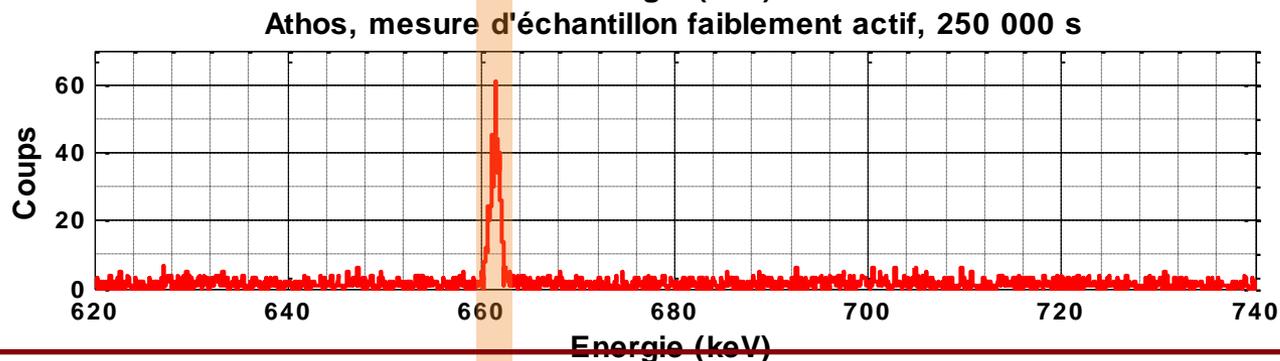
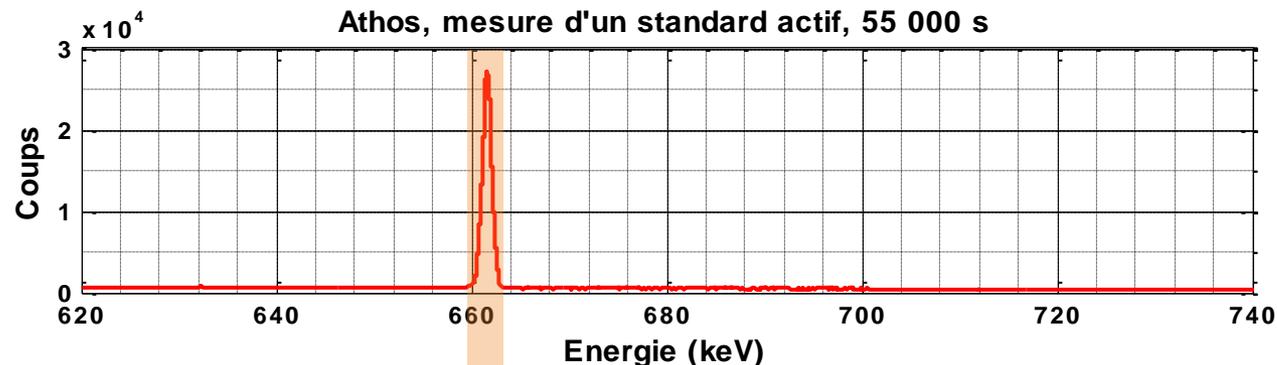


Le TICE : Traité d'Interdiction Complète des Essais nucléaires.

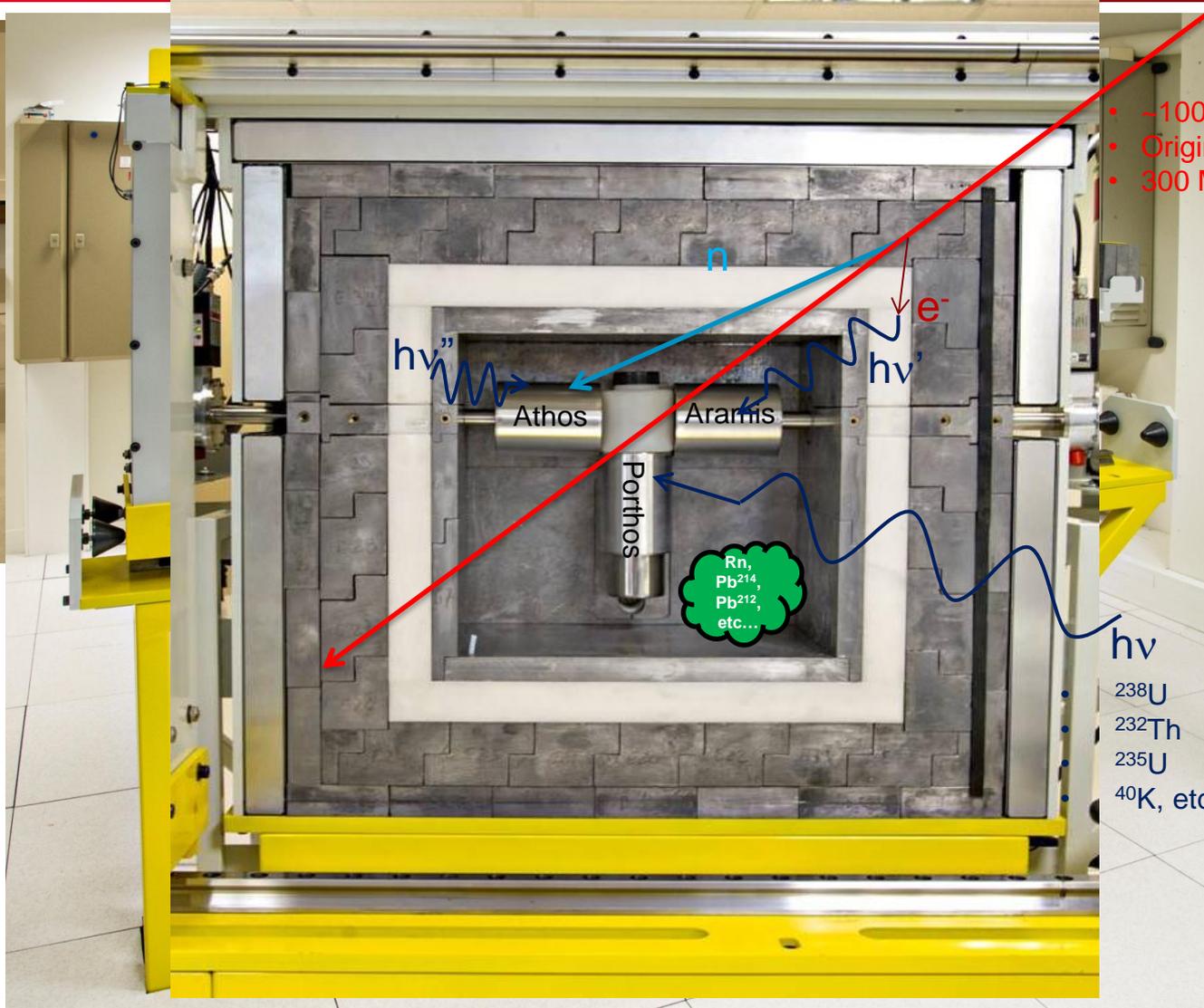
- Interdit tout essai nucléaire > 1 kT 
- Ouvert à la signature (et signé par la France) en 1996
- Impose la mise en place d'un réseau de capteur pour détecter toutes les observables émises lors d'un essai nucléaire
- 4 technologies de mesures mise en place:
 - ❖ Infrasons,
 - ❖ Ultrasons,
 - ❖ Hydroacoustiques,
 - ❖ Radionucléides.

La **mesure de traces de radioactivité** (< Bq) : informations sur des événements nucléaires passés ou dissimulés (détection des essais nucléaires, Fukushima, Tchernobyl, sites du Pacifique...)



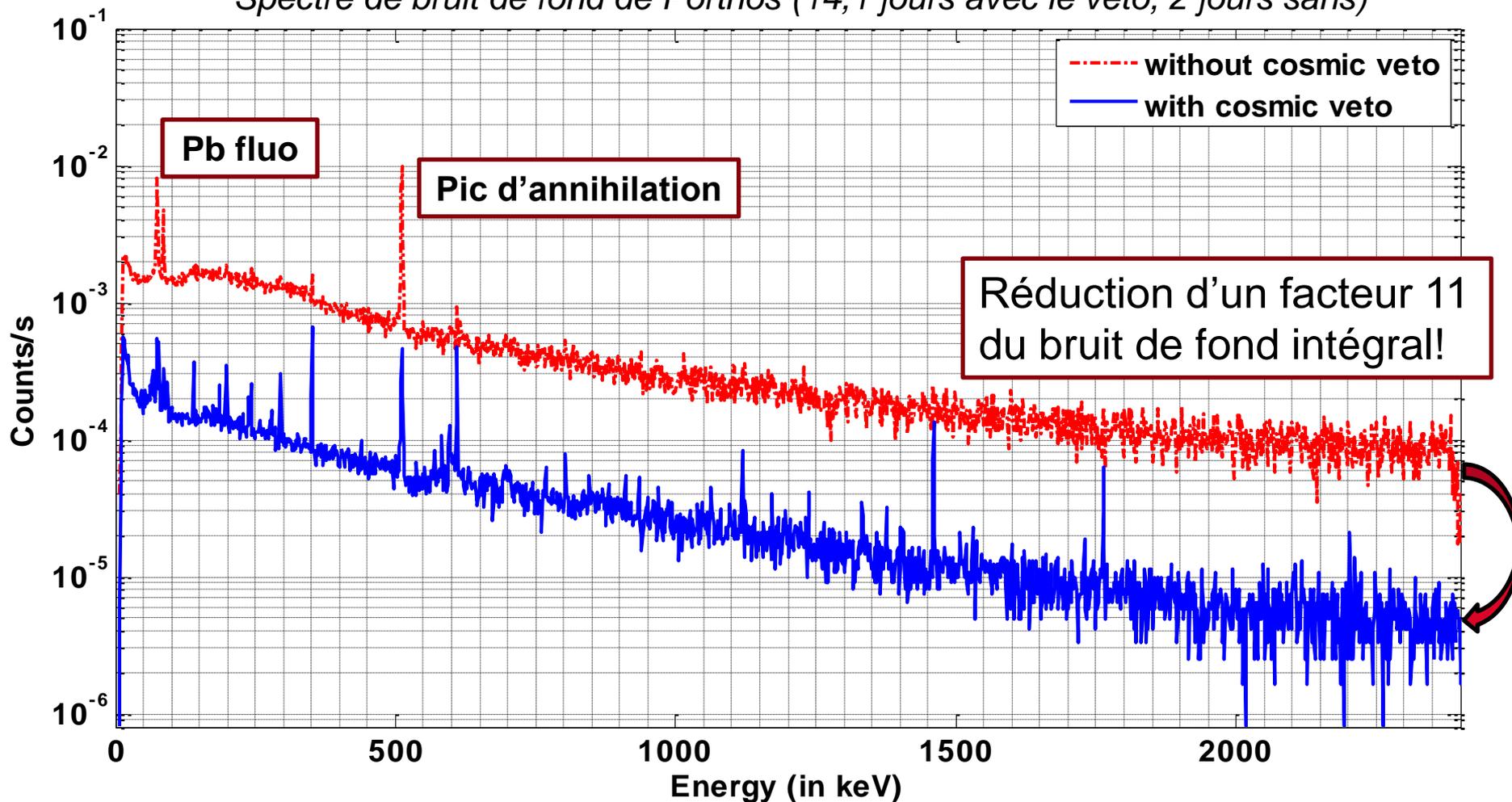


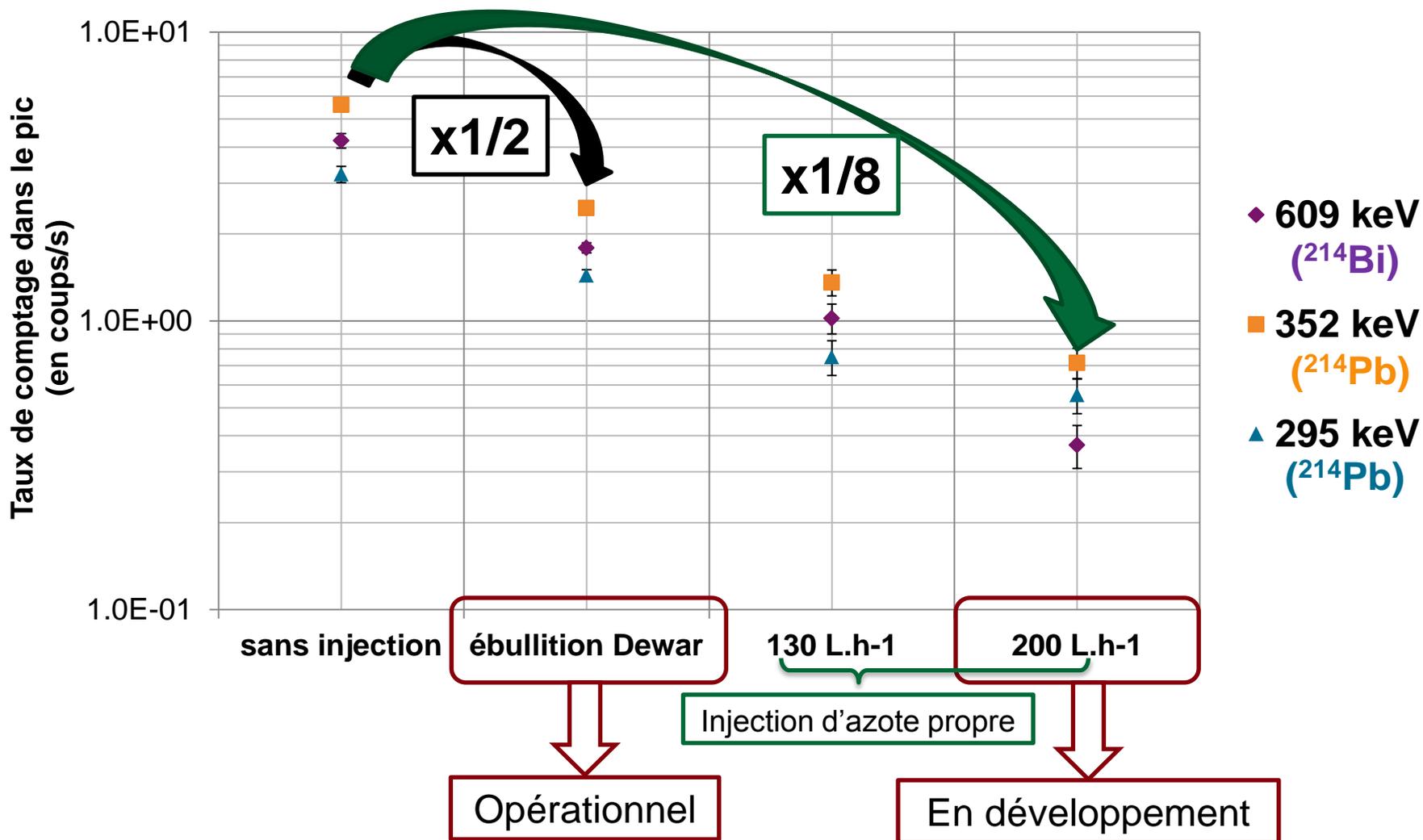
661,6 keV : ^{137}Cs



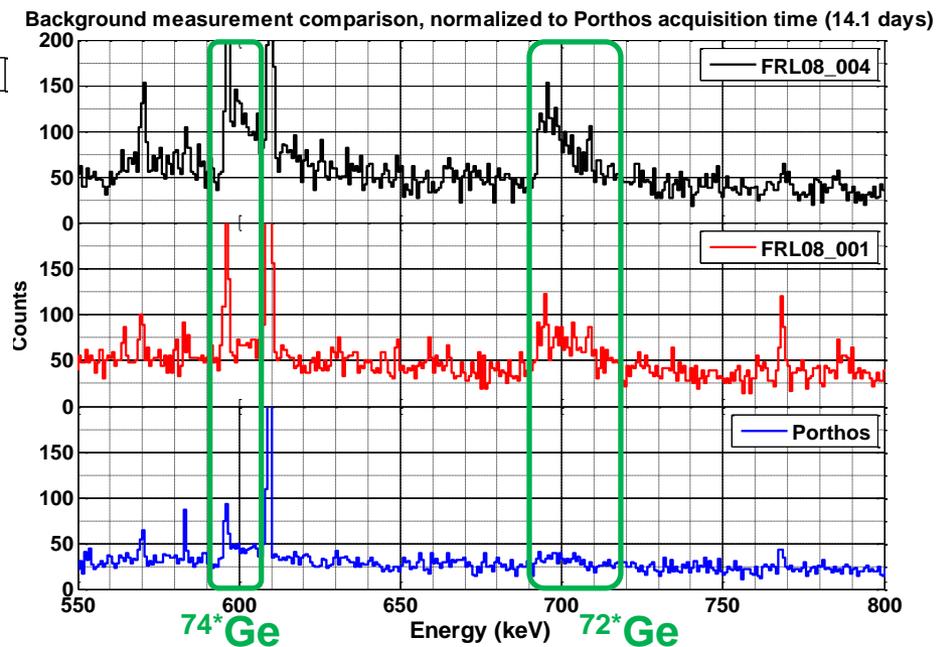
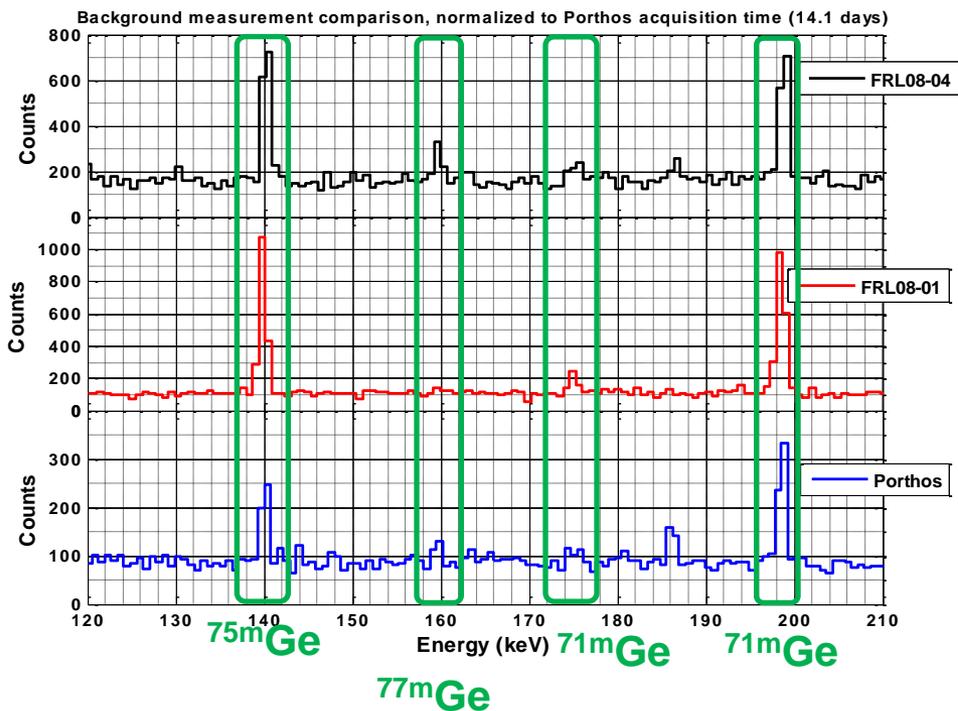
- μ^-
- $\sim 100/s/m^2$
- Origine cosmique
- 300 MeV \rightarrow 300 GeV

Spectre de bruit de fond de Porthos (14,1 jours avec le véto, 2 jours sans)

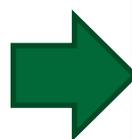




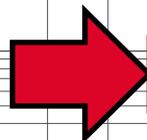
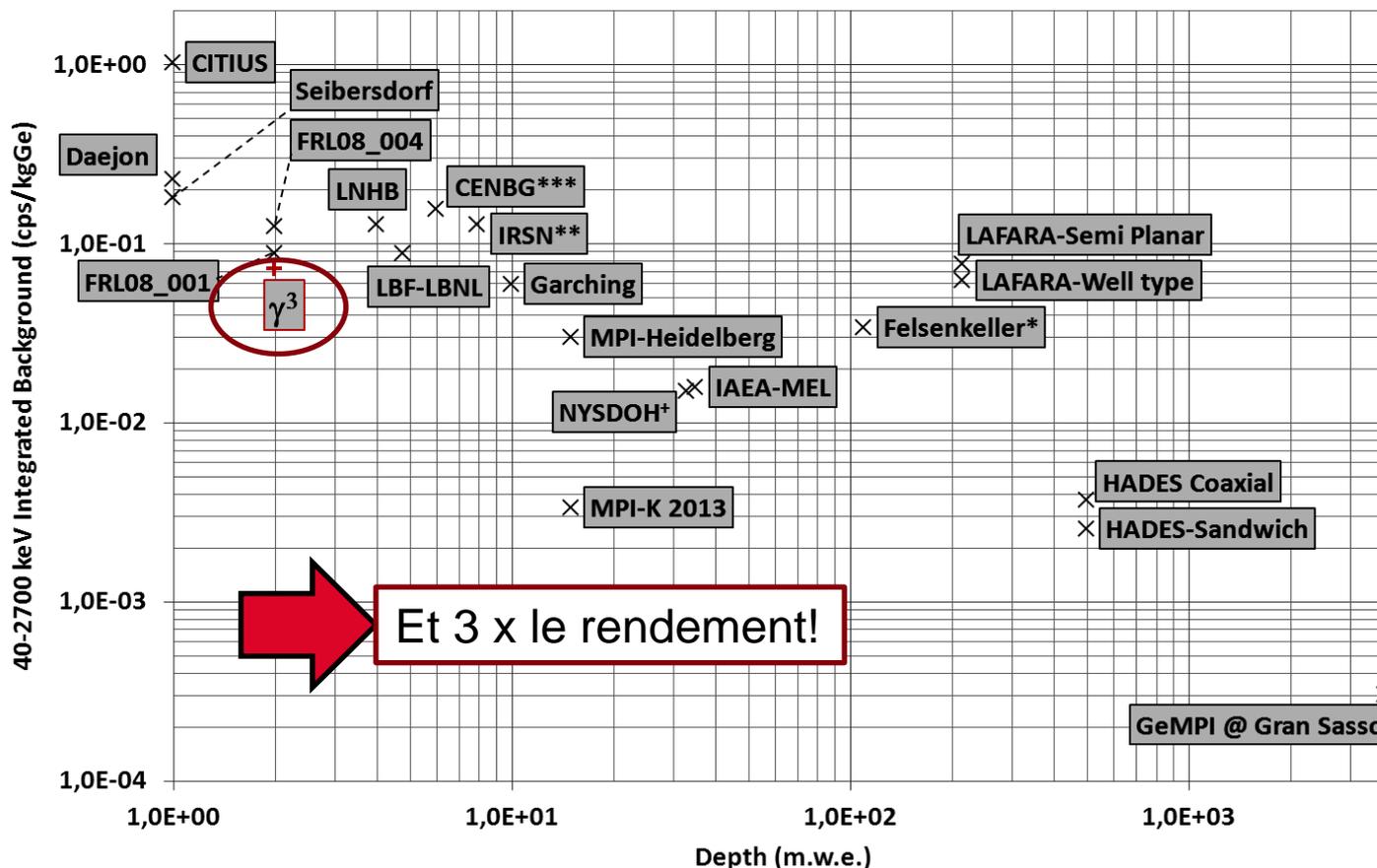
➔ Diminution conséquente des pics d'interactions des neutrons dans le germanium



➔ Amélioration de la détectabilité des radionucléides en interférence avec ces pics (ex : ^{234}Th , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{140}Ba)



Comptage intégral normalisé moyen de $7,3 \cdot 10^{-2}$ coup/s/kg_{Ge} sur 20-2500 keV



Et 3 x le rendement!

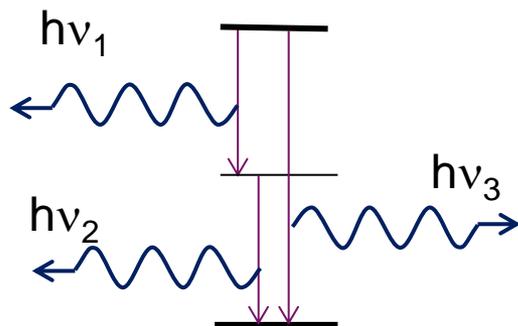
Mesures en coïncidences : chercher les événements simultanés pour une mesure plus précise!

■ Deux types de **mesures en coïncidence** :

- Photons / Électrons
- Photons / Photons

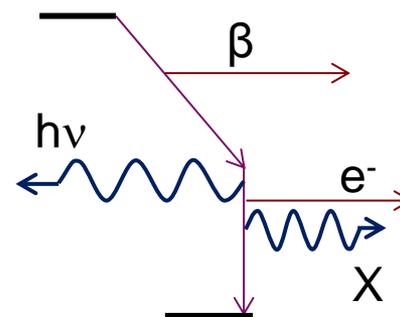
Produits de fission/activation type particules

- ^{110m}Ag , ^{152}Eu , ^{134}Cs , ^{234}Pa , etc...



Radioxénon :

- ^{131m}Xe , ^{133m}Xe , ^{133}Xe et ^{135}Xe

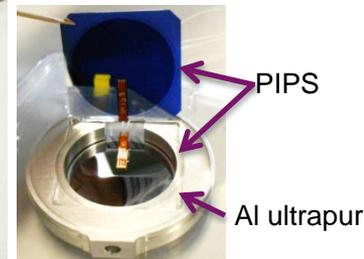


CONCEPTION D'UN DÉTECTEUR D'ÉLECTRONS : LA PIPSBOX

- Cellule gaz améliorée de 10 cm³
- 2 détecteurs silicium (PIPS)

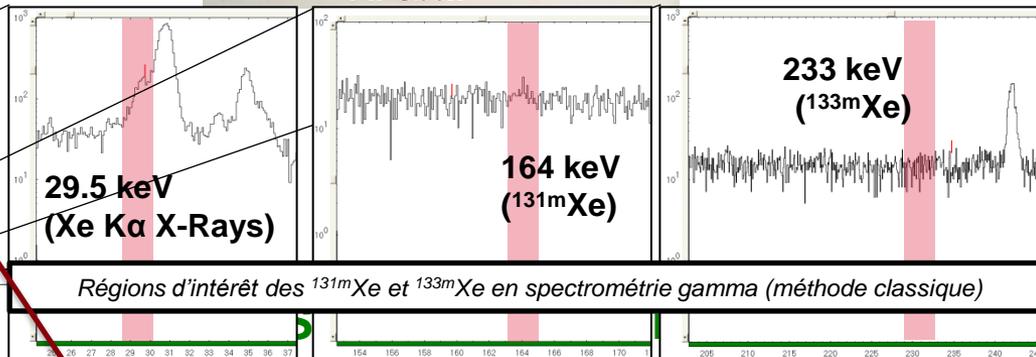


Intérieur de la PIPSbox



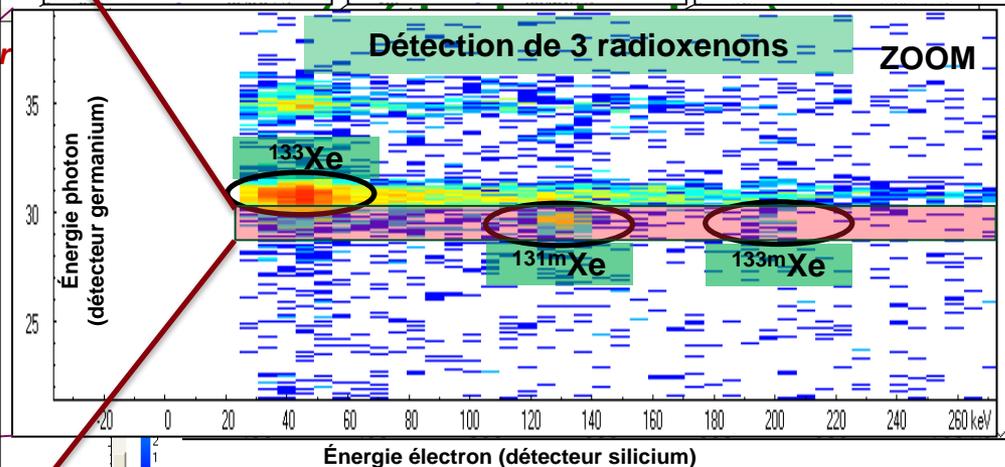
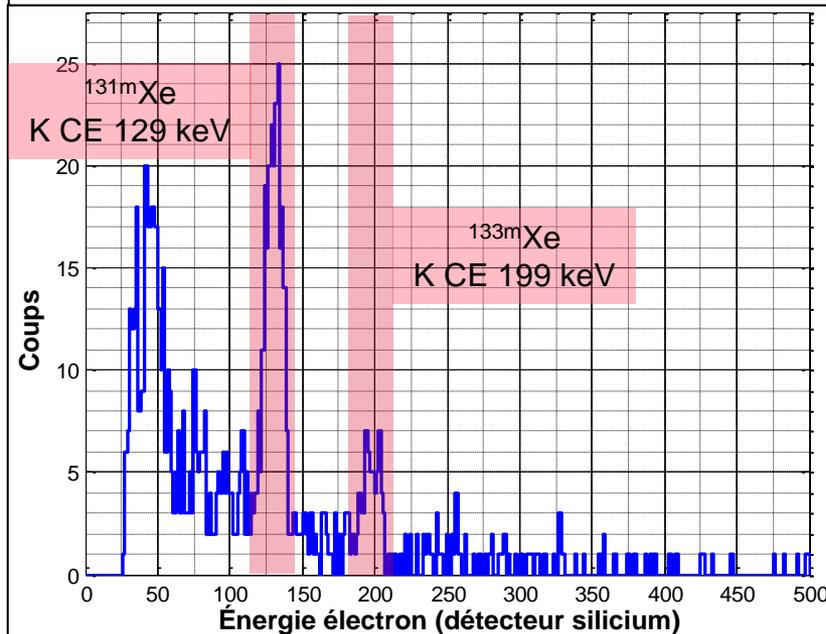
RÉSULTATS

- Amélioration des performances de mesures
- Levée d'ambiguïté pour la mesure des états métastables



Régions d'intérêt des ^{131m}Xe et ^{133m}Xe en spectrométrie gamma (méthode classique)

Spectre des électrons en coïncidence avec les rayons X du Xe



Mesures en coïncidences : chercher les événements simultanés pour une mesure plus précise!

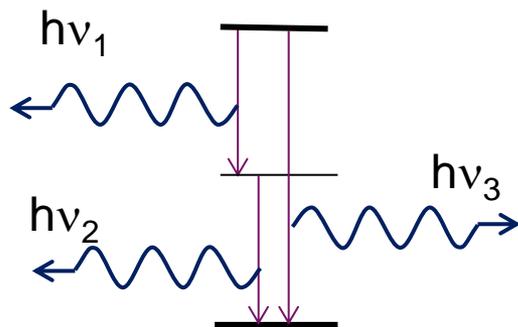
■ Deux types de **mesures en coïncidence** :

- Photons / Électrons
- Photons / Photons



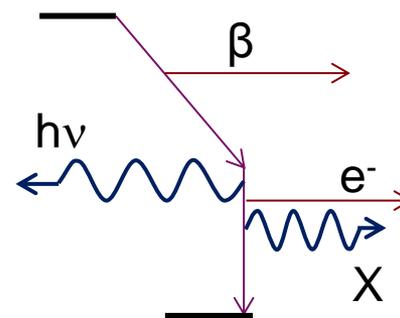
Produits de fission/activation type particules

- ^{110m}Ag , ^{152}Eu , ^{134}Cs , ^{234}Pa , etc...



Radioxénon :

- ^{131m}Xe , ^{133m}Xe , ^{133}Xe et ^{135}Xe

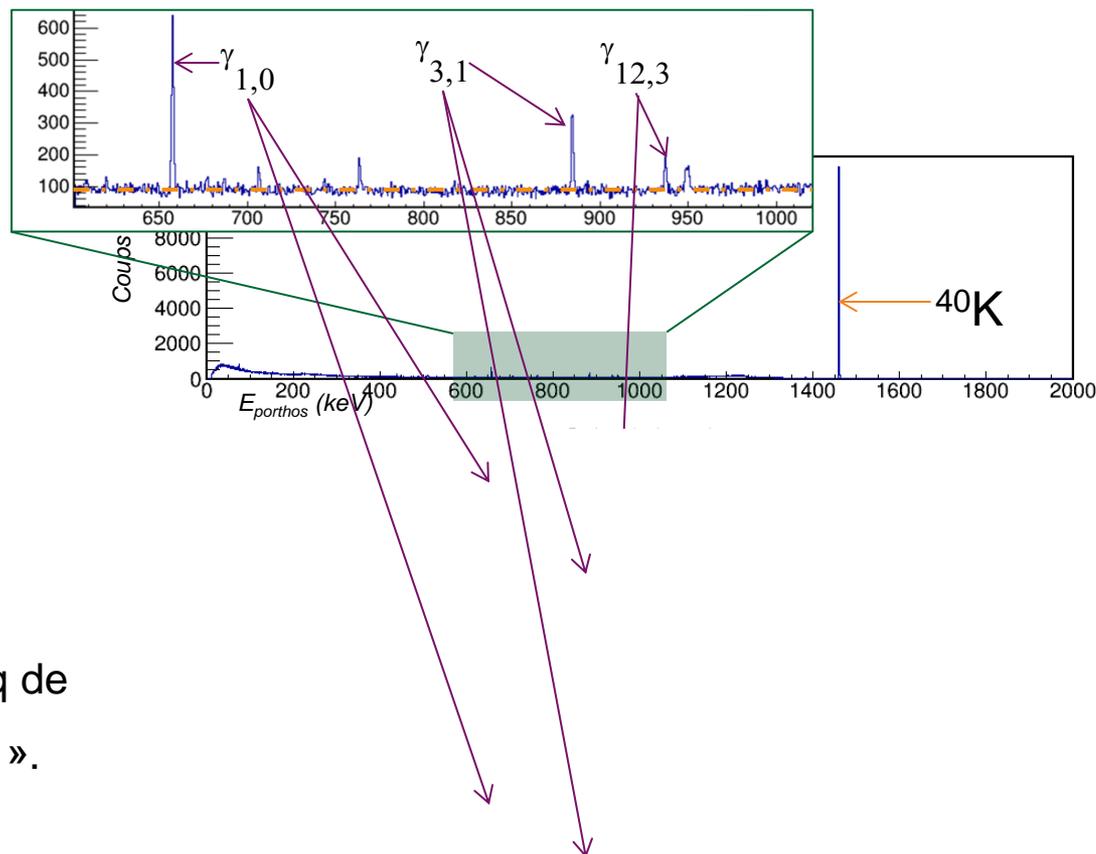


➤ ^{110m}Ag émet plusieurs photon simultanément. En particulier la cascade suivante:

- $\gamma_{12,3}$ (34,51 %, 937,485 keV)
- $\gamma_{3,1}$ (74,0 %, 884,68 keV)
- $\gamma_{1,0}$ (94,38 %, 657,76 keV)

➤ ^{40}K émet un photon mono-énergétique à 1460 keV.

➤ Mesure d'un mélange de ~ 1 kBq de ^{40}K et $\sim 1,3$ Bq de ^{110m}Ag « noyé ».



- γ^3 a été installé en juillet 2013 au CEA/DAM/DIF.
- Il permet des mesures :
 - **bas bruit de fond** (4,4 cpm/kg_{Ge}),
 - **haute résolutions et haute efficacités** en photon ou en électron,
 - en **coïncidences photon/électron ou photon/photon**,
- **Améliore les capacités de mesures** du laboratoire:
 - AMD(¹⁴⁰Ba) = 2,7 mBq pour 6 jours de mesures (contre 9 auparavant)
 - **Levé d'ambiguïté** sur les mesures de **métastables du xénon**
 - Possibilité de faire **diminuer le fond compton** dans le cas d'échantillons actifs



Avez-vous des questions?

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
CAGNIANT Antoine DAM/DIF/DASE

JNR2014

Etablissement public à caractère industriel et commercial | RCS Paris B 775 685 019