



Radioprotection | Home
Security | Surveillance
l'Environnement | Contrôle
Radioactivité | Télématique
Radioprotection | Home
Security | Surveillance
l'Environnement | Contrôle
Radioactivité | Télématique
Radioprotection | Home
Security | Surveillance

Simulation Monte Carlo d'une balise de mesures de gaz rares *Calcul et validation*

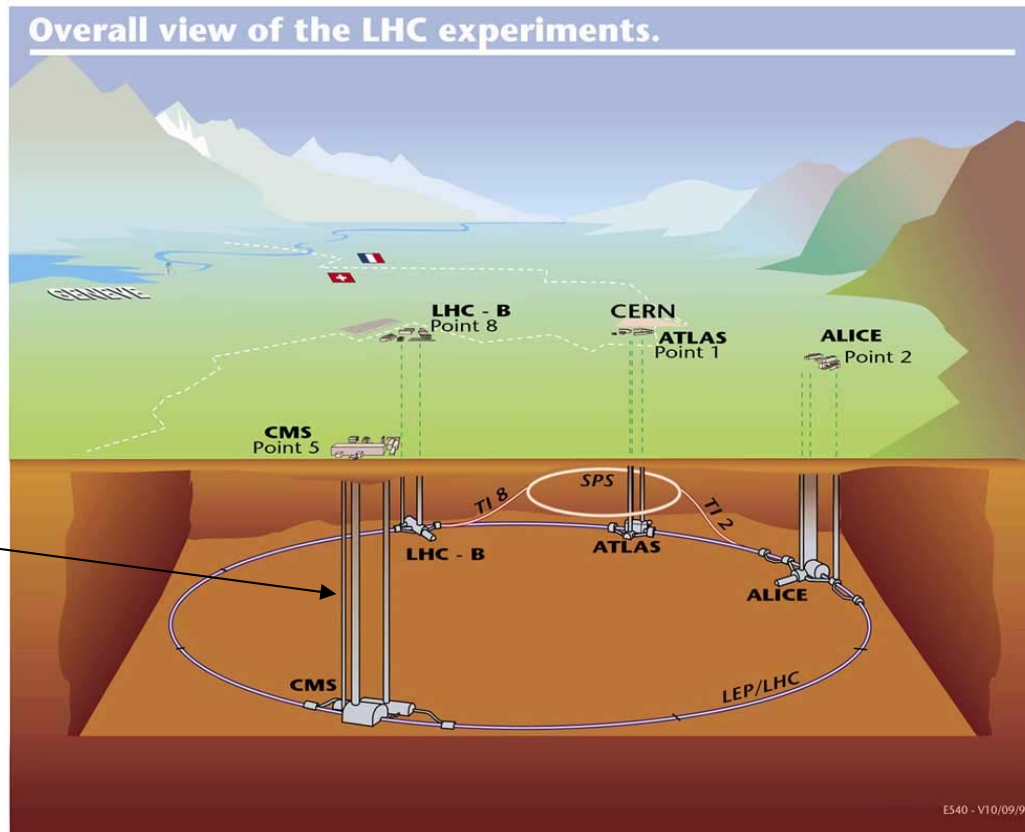
Balise ASGA/VGM

Alain Ferragut



Le contexte

Contrôle des puits de ventilation

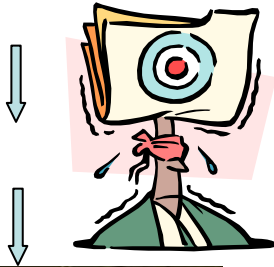


- Saphymo a équipé le système de surveillance de la radioactivité « RAMSES » du CERN

La démarche

- Les contraintes :

- Mesure de l'activité volumique de la ventilation par une dérivation,
- ^{11}C , ^{13}N , ^{14}O , ^{15}O , ^{41}Ar ,
- Limite de détection de 5 kBq/m³ en moins de 60 min,
- Test de performance par un laboratoire agréé avec ^{85}Kr (coefficient d'étalonnage).



Choix du capteur et calcul des performances (rendement de détection) sans sources gazeuses disponibles...

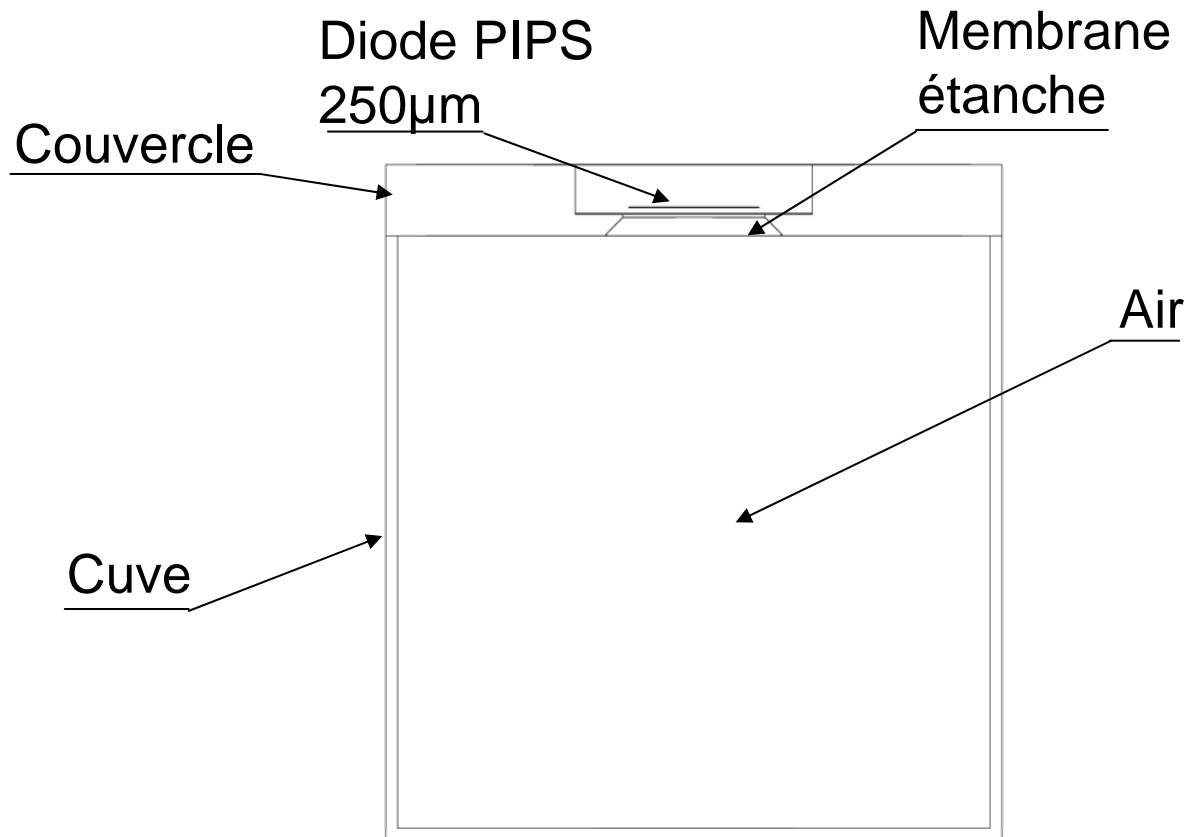


Le produit !

La solution

- Simulation Monte-Carlo GEANT4 (4.7.0-p01 à l'époque)
- Package interactions électromagnétiques issu de Penelope:
 - Photoélectrique ($> 250\text{eV}$) + Fluorescence + Auger,
 - Compton, Rayleigh ($>250\text{eV}$),
 - Ionisation par e^- , e^+ (dE/dx , $>250\text{eV}$) avec Fluorescence + Auger
 - Création de paires et annihilation,
 - Bremsstrahlung e^- , e^+ ($>250\text{eV}$)
- Physique « standard » GEANT4
 - Diffusion multiple e^+ , e^- ($> 100\text{eV}$)
 - Diffusion multiple pour les ions proton, alpha...($>100\text{eV}$)
- Physique « basse énergie » GEANT4
 - ionisation ions proton, alpha...(dE/dx , $>1\text{keV}$)

Modélisation de la géométrie – Le modèle

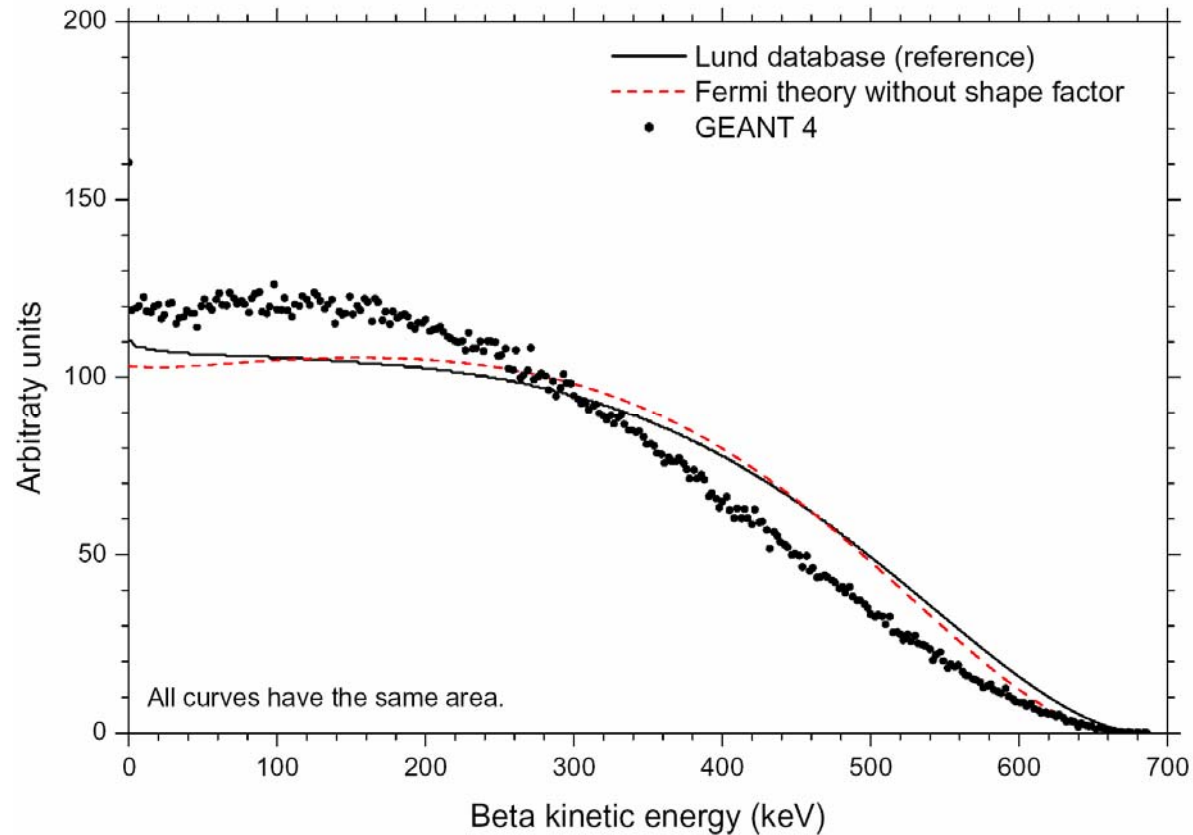


Modélisation de la géométrie – « Le vrai »



Générateur d'événements

Attention au spectre β initial !



Le générateur d'événements,

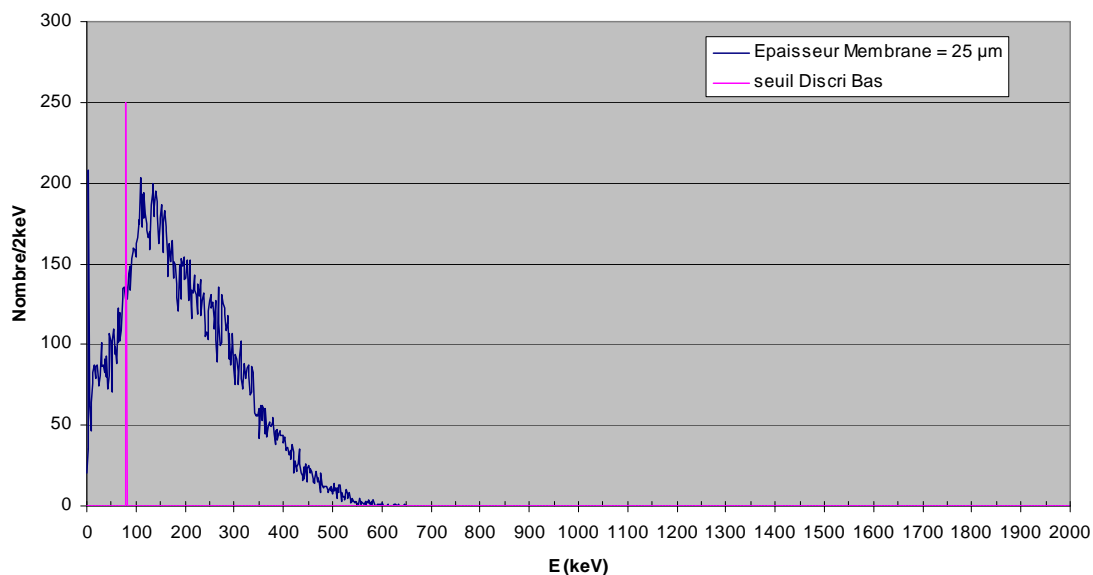
« RadioactiveDecay » vs « Données utilisateurs »

- Radioéléments « exotiques » ^{11}C , ^{13}N , ^{14}O , ^{15}O , ^{41}Ar :
 - Le module de décroissance radioactive inclus dans GEANT4 est utilisé : émission β^+ et β^- par une modélisation à « 3 corps » e^+/e^- , neutrino et atome final.
 - La particule initiale est l'atome radioactif. Le spectre énergie β est généré automatiquement.
 - La position initiale de l'atome tirée au hasard dans la cuve.
 - L'atome se désintègre au repos.
- Radioélément de référence ^{85}Kr :
 - La particule initiale est un électron.
 - Son énergie est définie par le spectre de l'université de Lund, considéré comme référence. (fichier d'entrée).
 - Position initiale tirée au hasard dans la cuve (commande GEANT4),
 - Direction d'émission initiale isotrope (commande GEANT4).

Données de sortie

Spectre en énergie déposée dans le silicium

VGM
Détection ^{85}Kr dans Air
Spectre initial Lund



Névts = 5 e6

Seuil de discrimination imposé par le bruit de l'électronique et le bruit thermique de la diode.

Rendement de détection (sensibilité)

$$A_{\text{simulé}}(\text{MBq}\cdot\text{m}^{-3}) = \frac{N_{\text{évt}} \times 10^{-6}}{V_{\text{cuve}}}$$

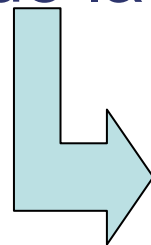
$$S_{G4}(\text{c}\cdot\text{s}^{-1}/\text{MBq}\cdot\text{m}^{-3}) = \frac{\sum_{E_n \geq 80\text{keV}} \text{Comptage}(E_n)}{A_{\text{simulé}}}$$

En ramenant $N_{\text{évt}}$
et $\text{Comptage}(E_n)$ à 1s

$$S_{G4} = 3.270 \text{c}\cdot\text{s}^{-1}/\text{MBq}\cdot\text{m}^{-3}$$

Comparaison avec l'expérience

- Expérience menée au labo IRSN/SERAC (Saclay) avec ^{85}Kr étalon + Air de dilution (1 MBq.m^{-3} TPN),
- L'expérimentateur avait accès au taux de comptage de la diode,
- Résultat...

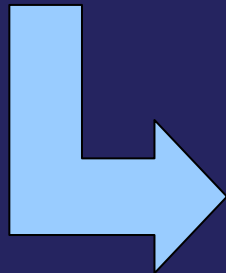


$$S_{\text{exp}} = 3.47 \pm 0.20 \text{ c.s}^{-1}/\text{MBq.m}^{-3}$$

$$Ecart = \frac{S_{G4} - S_{\text{exp}}}{S_{\text{exp}}} = -5.8\%$$

Un très bon accord entre le calcul et la vérification expérimentale !

- Saphymo utilise GEANT4 :
 - Pour la R&D
 - L'expertise de ses systèmes
- Investir plus de temps au début d'un projet



Gain de temps en R&D et
baisse du coût au final

Radioprotection | Home
Security | Surveillance
l'Environnement | Contrôle
Radioactivité | Télématique
Radioprotection | Home
Security | Surveillance
l'Environnement | Contrôle
Radioactivité | Télématique
Radioprotection | Home
Security | Surveillance