



VERS LA FIN DES SOURCES RADIOACTIVES EN METROLOGIE DES RAYONNEMENTS IONISANTS ?

Gabriel DUPONT

Ingénieur - Doctorant CIFRE

ATRON Metrology

gdupont@atron.fr



Généralités

Aspects réglementaires

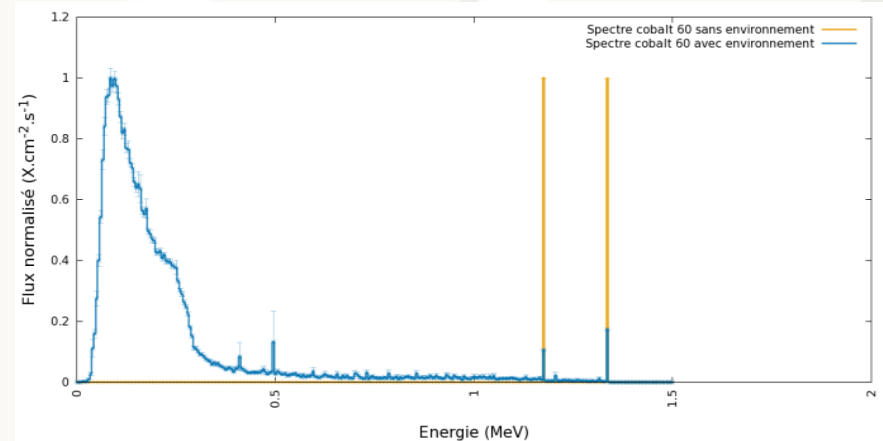
- Arrêté du 21 mai 2010
 - « Le **contrôle périodique de l'étalonnage** consiste à mesurer les **grandeurs caractéristiques** de l'instrument de mesure qui sont fournies par son **certificat d'étalonnage** »
 - « Pour les instruments de mesure **sans contrôle permanent** de bon fonctionnement, la périodicité du contrôle périodique de l'étalonnage est **triennale** »



Généralités

Méthode habituelle

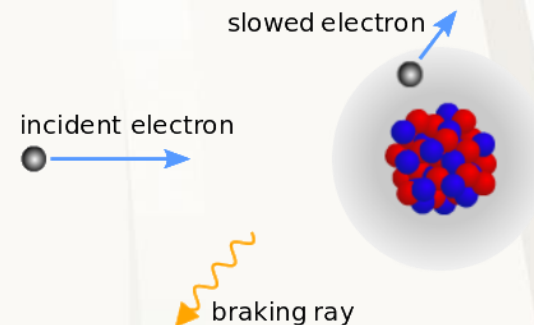
- **Source de calibration**
 - Sources radioactives (^{137}Cs , ^{60}Co ...)
- **Avantages**
 - Méthode éprouvée
 - Méthode normalisée (ISO-4037)
- **Inconvénients**
 - Risques radiologiques
 - Spectre discret
 - Remplacement des sources (10 ans)
 - Faible productivité



Généralités

Méthode proposée par ATRON

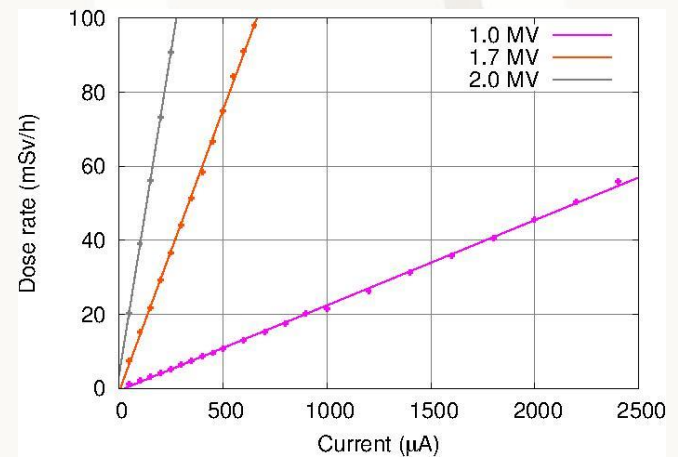
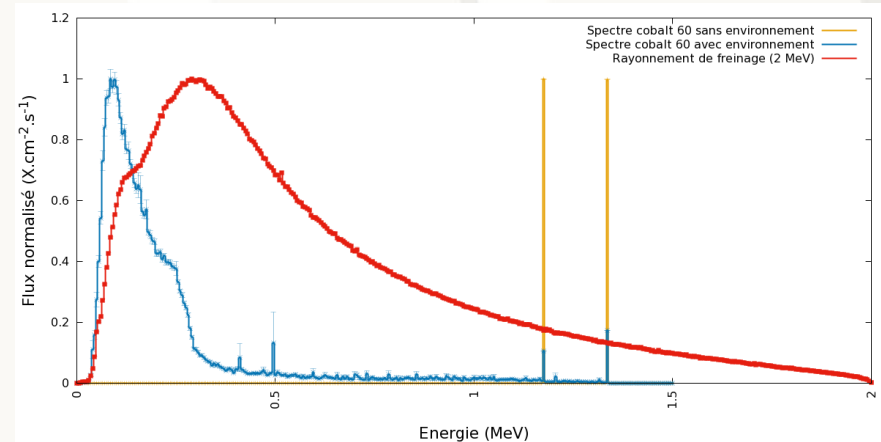
- **Objectifs d'ATRON Metrology :**
 - Proposer une **méthode innovante** de vérification de l'étalonnage d'appareils de mesure des rayonnements ionisants sur de **larges gammes en énergies** et en **débits d'équivalent de dose**
 - **S'affranchir de sources radioactives**
- **Moyen envisagé :**
 - Source : rayonnement X de freinage d'électrons
 - Utilisation d'un accélérateur d'électrons



Généralités

Méthode proposée par ATRON

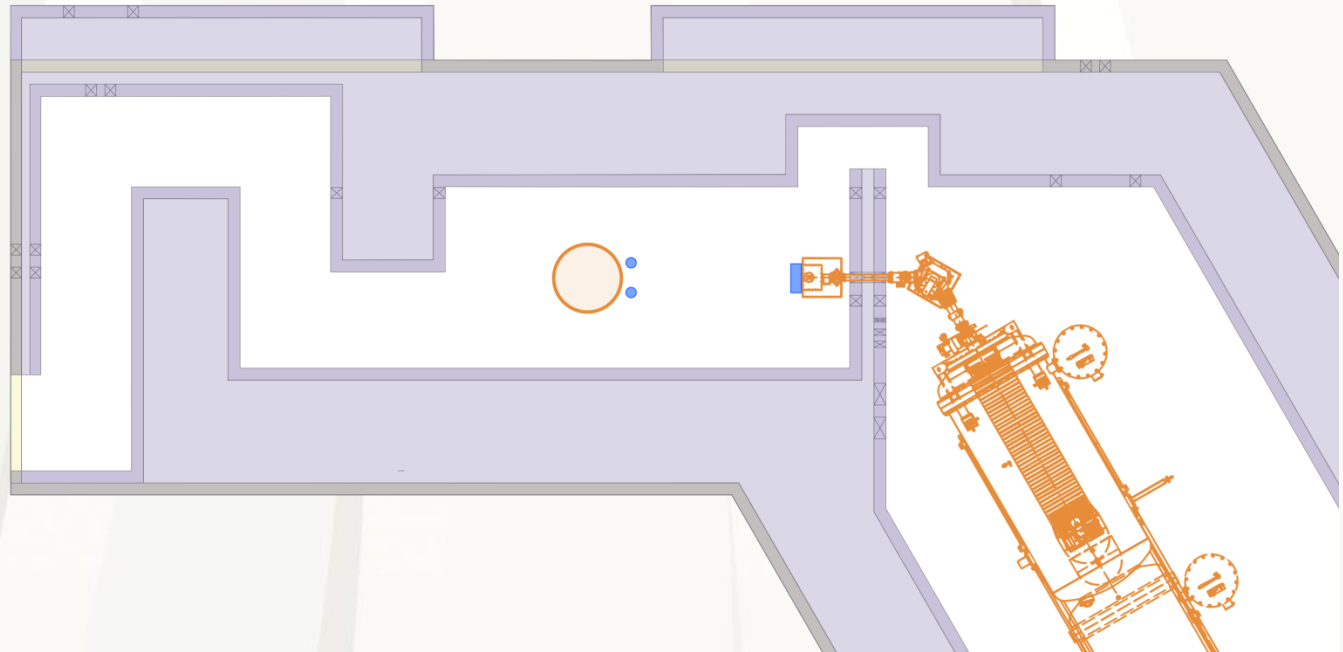
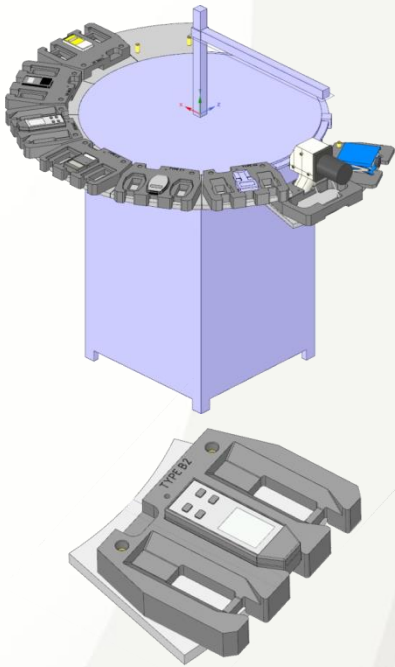
- **Source de calibration**
 - Rayonnement de freinage
- **Avantages**
 - Spectre continu → **champ réaliste**
 - Pas de source radioactive
 - Débit de dose (DED) $\propto$ intensité
 - Gamme en DED : 0,1 μ Sv/h – 500 Sv/h
 - Productivité élevée



Généralités

Caractéristiques

- **FELIX : Faisceau d'Electrons et Ligne d'Irradiation X**
 - Tension maximale : 3,5 MV
 - Puissance maximale : $P_{\max} \approx 2,1 \text{ kW}$



Généralités

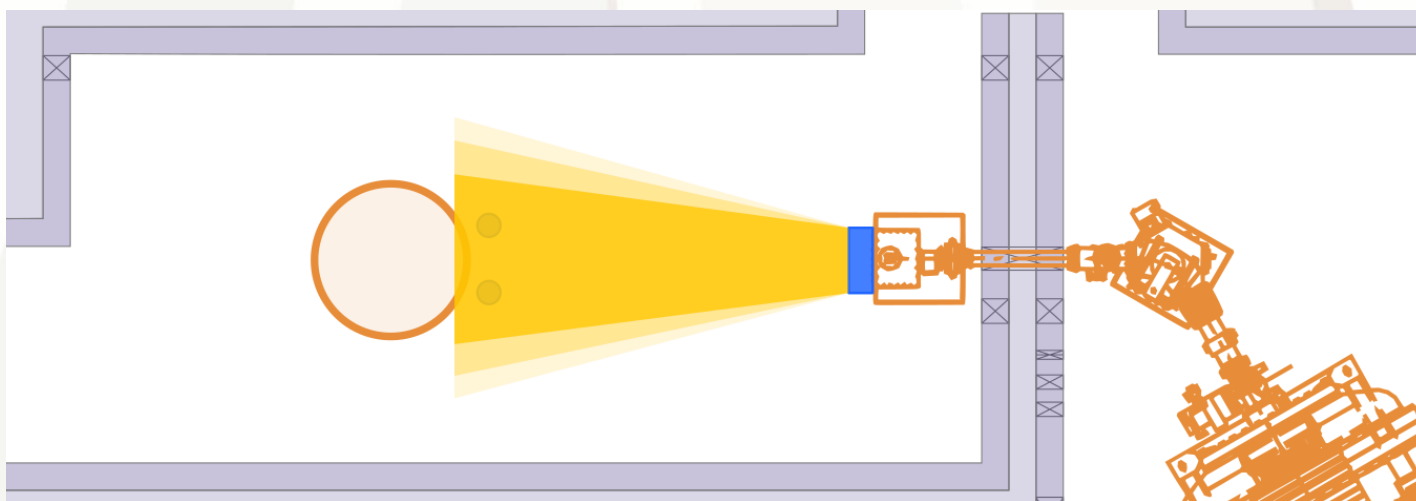
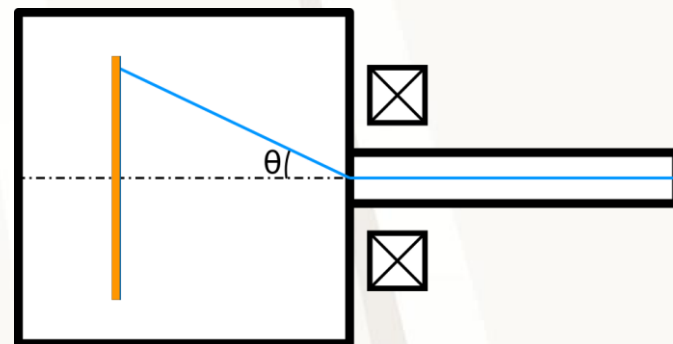
Caractéristiques

- **FELIX : Faisceau d'Electrons et Ligne d'Irradiation X**

- Balayage angulaire

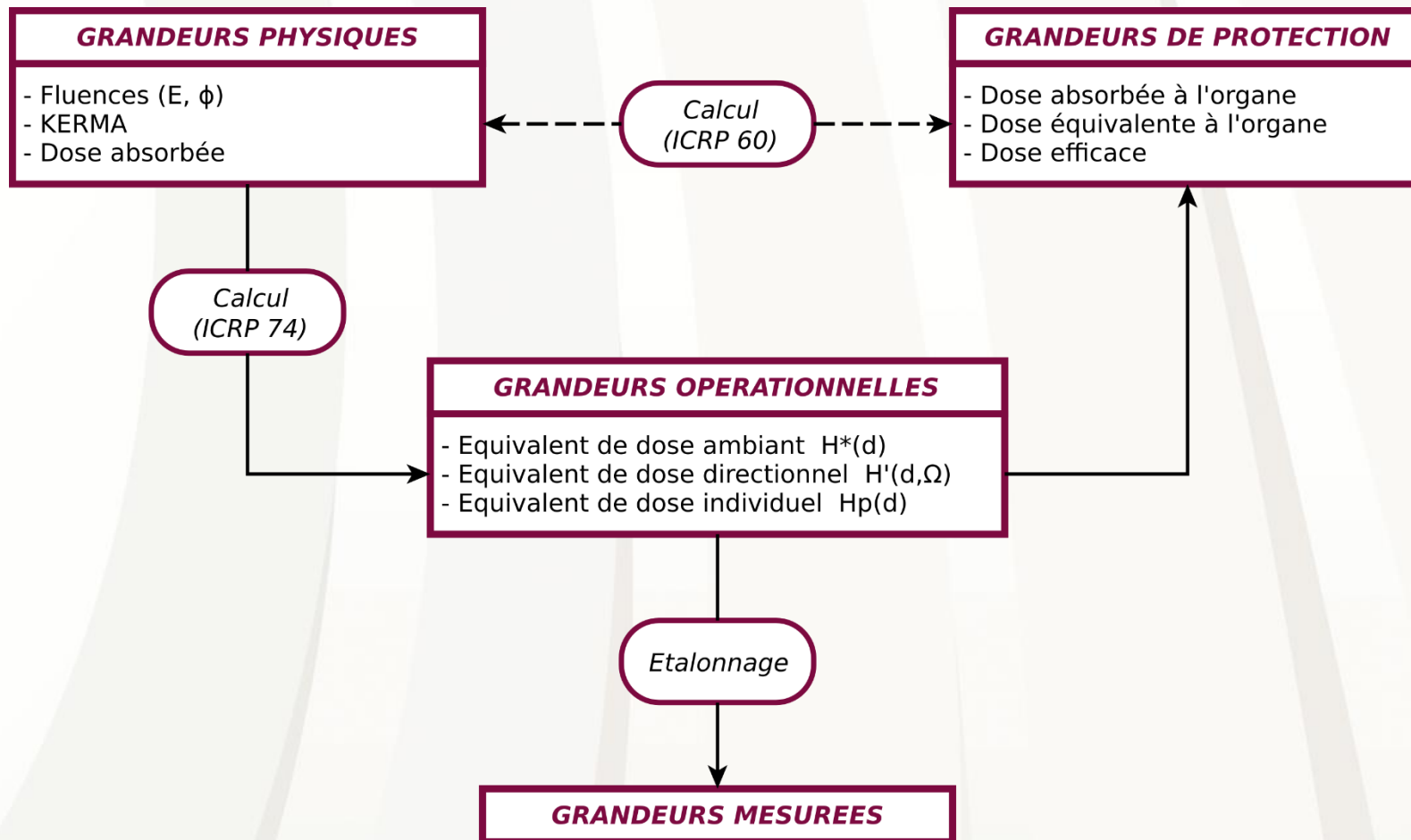
- Homogénéisation du champ
- Vertical: 1 kHz – 4 cm – automatique
- Horizontal : 25 Hz – 20 cm – paramétrable

- Uniformité : 99,8 % $\rightarrow \pm 15^\circ$



Mise en œuvre

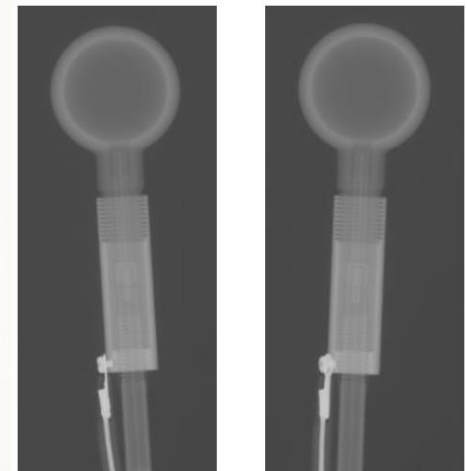
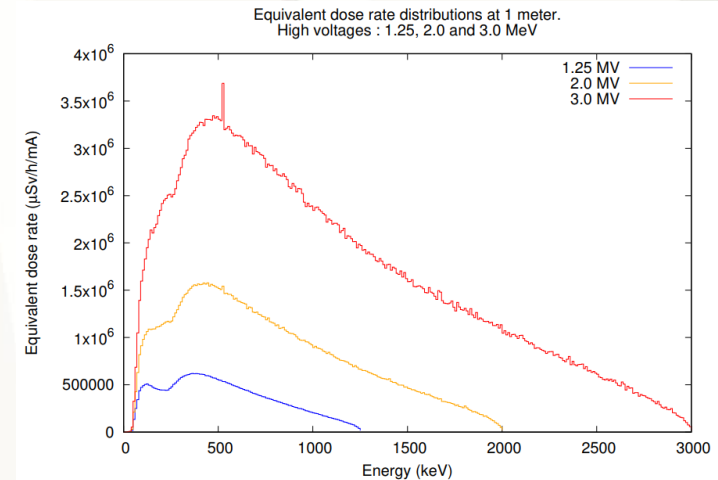
Calibration absolue de la source



Mise en œuvre

Calibration absolue de la source

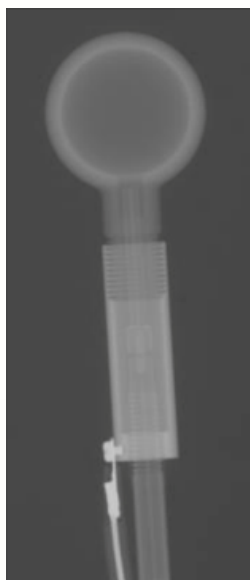
- **Collaboration CEA/LNE/LNHB**
- **Mesure spectrométrique de la source**
 - Valider les simulations
 - Détermination des coefficients h_K
- **Mesure du kerma**
 - Deux chambres d'ionisation identiques
 - Une chambre primaire
 - Source ^{137}Cs de référence
 - Source FELIX
 - Valeur de référence
 - Une chambre de travail
 - Vérification de la stabilité



Mise en œuvre

Incertitudes associées

Labo. National de métrologie (LNHB)



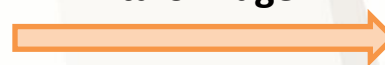
Mesure de
référence



Labo. d'étalonnage accrédité (ATRON)



Etalonnage



Utilisateur



Mesure de
terrain

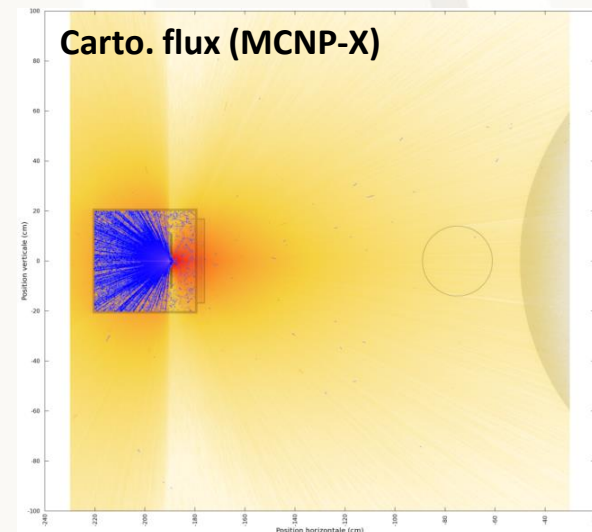
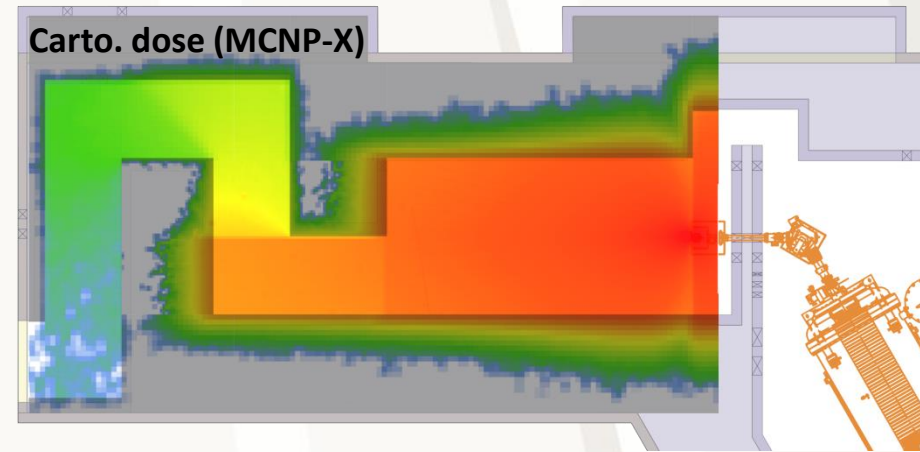
Incertitude $\approx 2\%$

Source : J.-M. Bordy « Dosimétrie appliquée à la radioprotection: référence et traçabilité », 4 avril 2018, Applications de l'Irradiation, Cherbourg

Modélisations

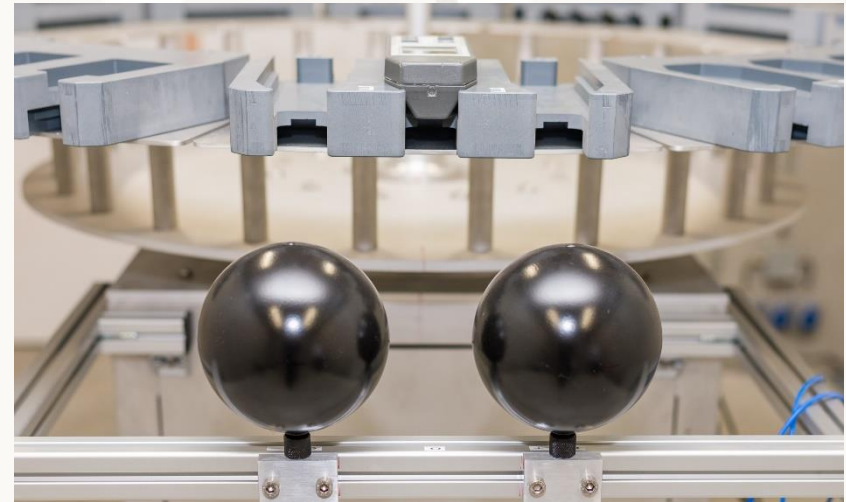
Evaluation des grandeurs

- **Moyens de modélisation**
 - MCNP-X
 - Bayeux/GEANT4 → **poster**
- **Evaluation de grandeurs**
 - Fluence, flux énergétique
 - Débit d'équivalent de dose
 - Cartographies
 - Spectre
- **Applications**
 - Protections biologiques
 - Dimensionnement de détecteurs
 - Evaluation du kerma



Conclusion

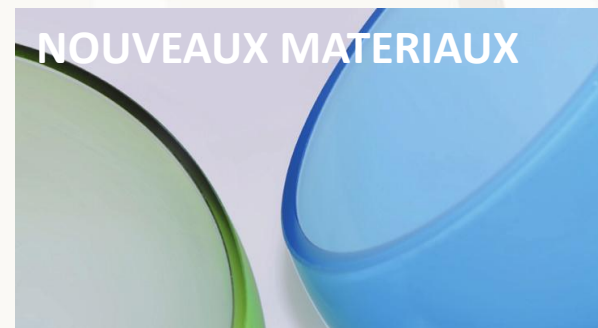
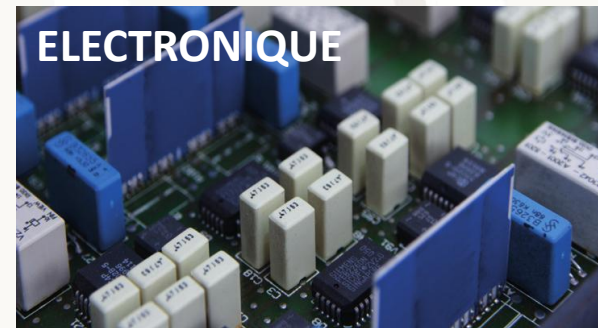
Premiers tests effectués



- **Test avec un FH40 étalonné**
 - $PTW_g = 20,18 \text{ mSv/h}$
 - $PTW_d = 20,21 \text{ mSv/h}$

Conclusion

- **Nouvelle méthode de vérification de l'étalonnage**
 - Fiabilité métrologique
 - Sécurité accrue
 - Maintenance des appareils sur site
- **Collaborations scientifiques**
 - CEA/LNE/LNHB
 - CNRS/LPC Caen
- **Qualité métrologique des mesures**
 - Normes ISO 4037
 - Accréditation COFRAC - ISO 17025





14 Allée des Vindits
Parc d'Activités des Fourches
50130 Cherbourg-en-Cotentin

Tél : 02 61 81 99 90

contact@atron.fr

www.atron.fr

