

# Développement d'un système de mesure pour l'étalonnage en activité volumique du thoron

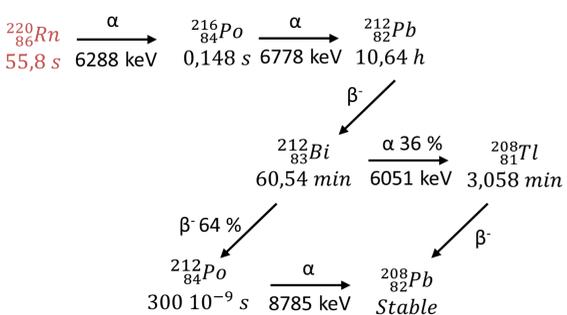
B. Sabot<sup>1,2\*</sup>, S. Pierre<sup>1</sup>, N. Michielsen<sup>2</sup>, S. Bondiguel<sup>2</sup>, P. Casette<sup>1</sup>

CEA, LIST, Laboratoire National Henri Becquerel (LNE-LNHB), CEA Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex, France  
Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN), PSN-RES, SCA, LPMA, Saclay, Gif-sur-Yvette 91192, France

De nombreux dispositifs commerciaux sont utilisés pour la mesure du radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) et du thoron ( $^{220}\text{Rn}$ ). Ces appareils doivent être régulièrement étalonnés. Le LNE-LNHB a déjà conçu un étalon de référence pour le radon ( $T_{1/2} = 3,8$  jours) utilisant la mesure par angle solide défini sur une source de radon gelée. Ces étalons de radon sont transférés dans des flacons pour être envoyés aux autres laboratoires afin d'étalonner les instruments (ex: BACCARA, l'installation pour l'étalonnage des instruments de mesure de radon de l'IRSN). Cette méthode n'est pas applicable au thoron du fait de sa très courte période ( $T_{1/2} = 55,8$  s). Un nouveau dispositif portable a donc été conçu pour l'étalonnage des atmosphères en thoron.

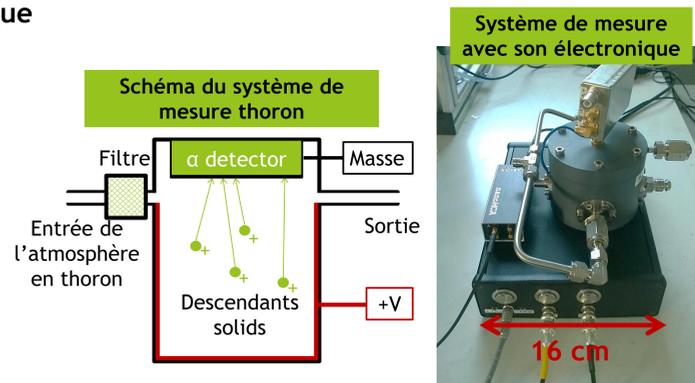
## Méthode de mesure

→ Méthode basée sur une spectrométrie alpha du thoron et de ses descendants à pression atmosphérique



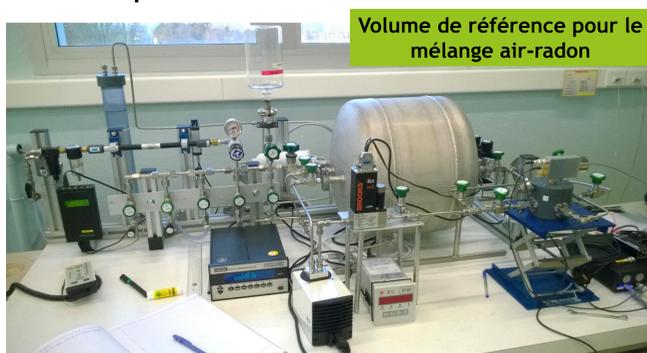
Caractéristiques du système de mesure :

- un petit volume cylindrique muni d'un détecteur alpha : **rendement de détection identique pour les gaz thoron et radon** ;
- un champ électrique (max 200 kV.m<sup>-1</sup>) suffisamment important pour **capturer tous les descendants chargés** du thoron ou du radon ;
- un filtre en entrée du volume permet de capturer les descendants solides et de laisser passer uniquement le gaz.



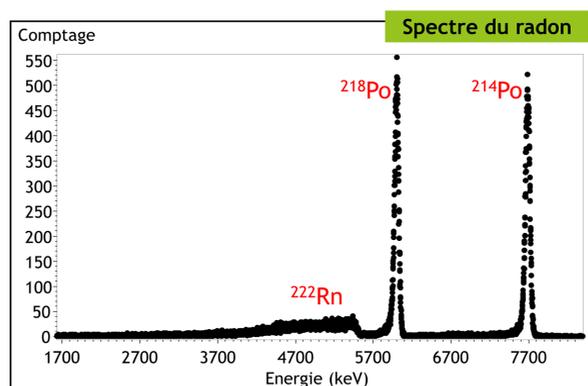
## Validation du système de mesure avec une atmosphère de radon

→ Banc expérimental pour la production d'atmosphère de référence en radon



- Activité volumique en radon connue avec une incertitude type relative de 0,3 %.
- Contrôle de la pression et de l'humidité et mesure de la température. La circulation du radon dans le système de mesure thoron est assurée par une pompe et un régulateur de débit.

→ Analyse du spectre alpha du radon



- Pic du gaz large du fait de la perte d'énergie des alphas dans l'air. Pics des descendants fins car dépôt sur la surface du détecteur.
- Le **rendement de détection** expérimental du gaz est de 0,320 (2) et de 0,3212 (3) par calcul MCNPX : les résultats présentent un **bon accord**.

→ Influence des paramètres expérimentaux

Paramètres expérimentaux étudiés	Intervalle de variation	Influence sur la mesure du $^{222}\text{Rn}$ et du $^{218}\text{Po}$
Débit	0-2 L.min <sup>-1</sup>	Aucune*
Pression	900-1050 hPa	Aucune*
Humidité	14-87 % RH	Aucune*
Activité volumique	1-4 MBq.m <sup>-3</sup> STP	Aucune*
Température	21-38 °C	0,18 % par °C

\* L'écart type des résultats est plus faible que l'incertitude sur la mesure.

- La température est le seul paramètre d'influence sur la mesure : provoque une dérive de l'électronique.
- 116 mesures réalisées à la même activité volumique pendant 4 jours ont permis de montrer la **stabilité du système au cours du temps**.

## Mesure d'une atmosphère de thoron produite à l'aide d'une source de Th-228



- Pour diminuer les fluctuations statistiques, le temps de mesure varie de 10 min pour des fortes concentrations (1 MBq.m<sup>-3</sup>) à 1 semaine pour l'atmosphère en thoron produite dans BACCARA (< 4 kBq.m<sup>-3</sup>).
- Le seul paramètre d'influence est la température.
- La courte période du thoron n'influence pas la mesure pour des débits supérieurs à 0,8 L.min<sup>-1</sup> dans le système de mesure du thoron.
- La détermination de la surface du pic du thoron requière une correction : suppression du Bi-212 en utilisant le Po-212 (équilibre direct avec le Bi-212).

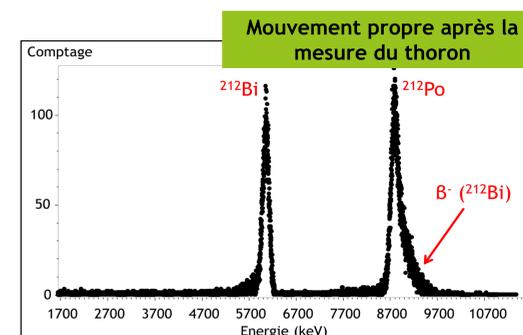
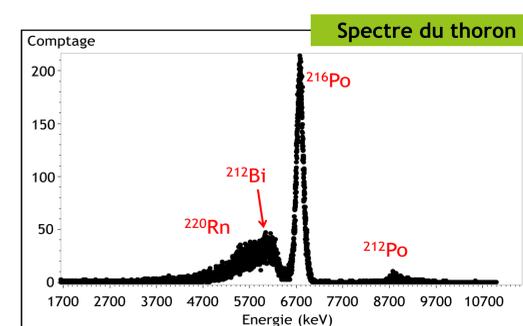
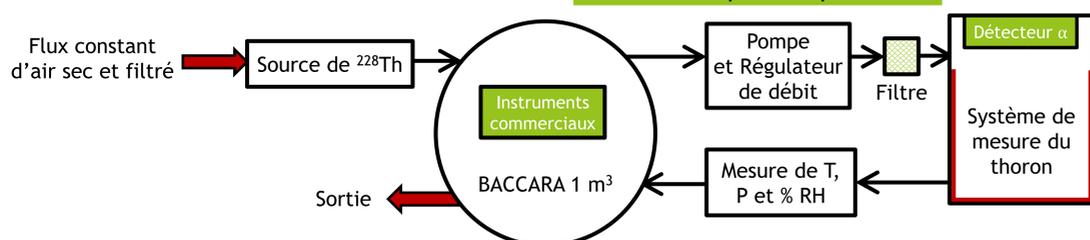


Schéma du dispositif expérimental



## Conclusion

- Un système de mesure du thoron dans l'air traçable à l'étalon primaire de radon a été développé par le LNE-LNHB et l'IRSN.
- Le **rendement de détection du gaz** est connu avec **incertitude type relative de 0,6 %**.
- Ce système de mesure peut être utilisé pour un **étalonnage direct en activité volumique de thoron ou de radon** (< 10 MBq.m<sup>-3</sup>).
- Autre application : détermination du taux d'émanation d'une source de Th-228 ou de Ra-226.

## Remerciements

Ce travail a été soutenu financièrement par le LNE (Laboratoire National de Métrologie et d'Essais) et l'EMPR (European Metrology Research Programme, JRP-Contract IND57 MetroNORM ([www.emrponline.eu](http://www.emrponline.eu))).