

# MÉTROLOGIE DU RADON ET DE SES DESCENDANTS À VIE COURTE

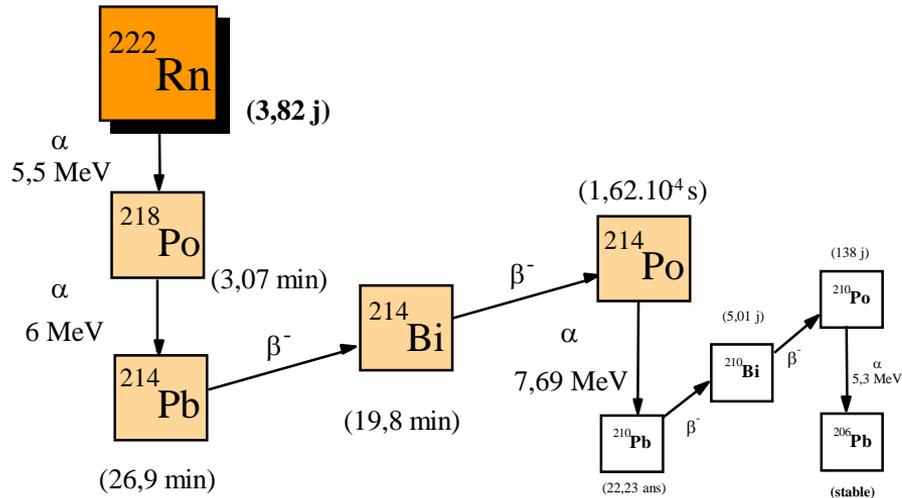
Contexte et besoins à l'IRSN

PSE-ENV/SEREN/BERAD (Bureau d'Expertise et d'étude du RADon)  
N. Michielsen et C. Gréau

**Atelier CNRS-IRSN « Capteurs et Métrologie »**  
**11 juin 2021**

# Mesure du radon et de ses descendants

| Isotope           | Famille radioactive | Période   | Nom historique |
|-------------------|---------------------|-----------|----------------|
| $^{222}\text{Rn}$ | $^{238}\text{U}$    | 3,8 jours | radon          |
| $^{220}\text{Rn}$ | $^{232}\text{Th}$   | 55,6 s    | thoron         |
| $^{219}\text{Rn}$ | $^{235}\text{U}$    | 3,92 s    | actinon        |



## Les grandeurs d'intérêt :

- Activité volumique de radon
- EAP (Energie Alpha Potentielle) : somme des énergies alpha potentielles des descendants à vie courte du radon

$$\begin{aligned}
 \text{EAP}_{222} = & [(6,002 + 7,686) \times N_{218\text{Po}} + \\
 & 7,686 \times (N_{214\text{Pb}} + N_{214\text{Bi}}) + \\
 & 7,686 \times N_{214\text{Po}}] \times 1,602 \times 10^{-13} \text{ (J)}
 \end{aligned}$$

# Mesure du radon : un grand choix d'appareils...



- Pour une large gamme d'activité volumique : de quelques  $\text{Bq/m}^3$  à plusieurs  $\text{MBq/m}^3$
- Différents types de capteurs : semi-conducteur (PIPS), chambre d'ionisation, DSTN, fiolle scintillante + PM.
- Mesure basée sur l'enregistrement des alphas



## ... avec des sensibilités très différentes

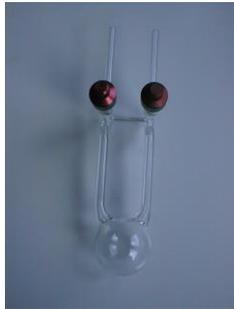
■ Sensibilité : relie le nombre de coups enregistrés pour un temps donné à des Bq/m<sup>3</sup> de radon

■ Quelques exemples...

|                     | Nom du fabricant | Type de détection                    | Type de mesure | Sensibilité                        | Photo                                                                                |
|---------------------|------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>AlphaGUARD</b>   | BERTIN           | Chambre d'ionisation                 | Continue       | 300 cph pour 100 Bq/m <sup>3</sup> |   |
| <b>Radon Eye</b>    | RadonFTLab       | Chambre d'ionisation + spectro alpha | Continue       | 81 cph pour 100 Bq/m <sup>3</sup>  |   |
| <b>AER connecté</b> | ALGADE           | Photodiode                           | Semi continue  | 4 cph pour 100 Bq/m <sup>3</sup>   |  |

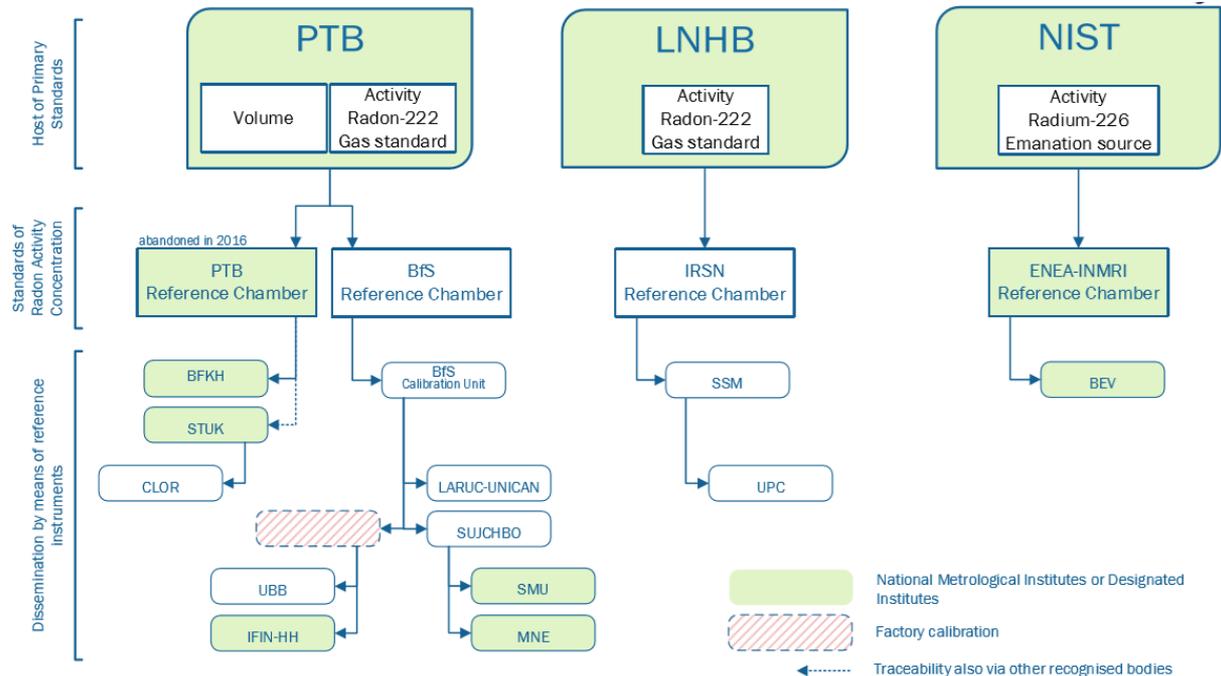
## ...et une chaîne d'étalonnage reconnue

- Existence d'un étalon primaire
- Existence de plusieurs laboratoires d'étalonnage reliés aux étalons primaires

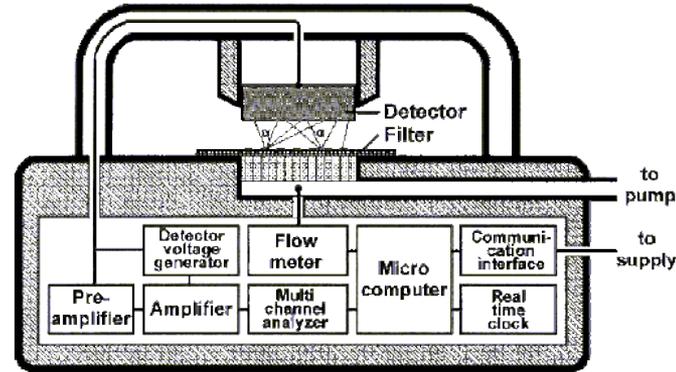


Exemple d'étalon primaire de radon

Status 2018/2019



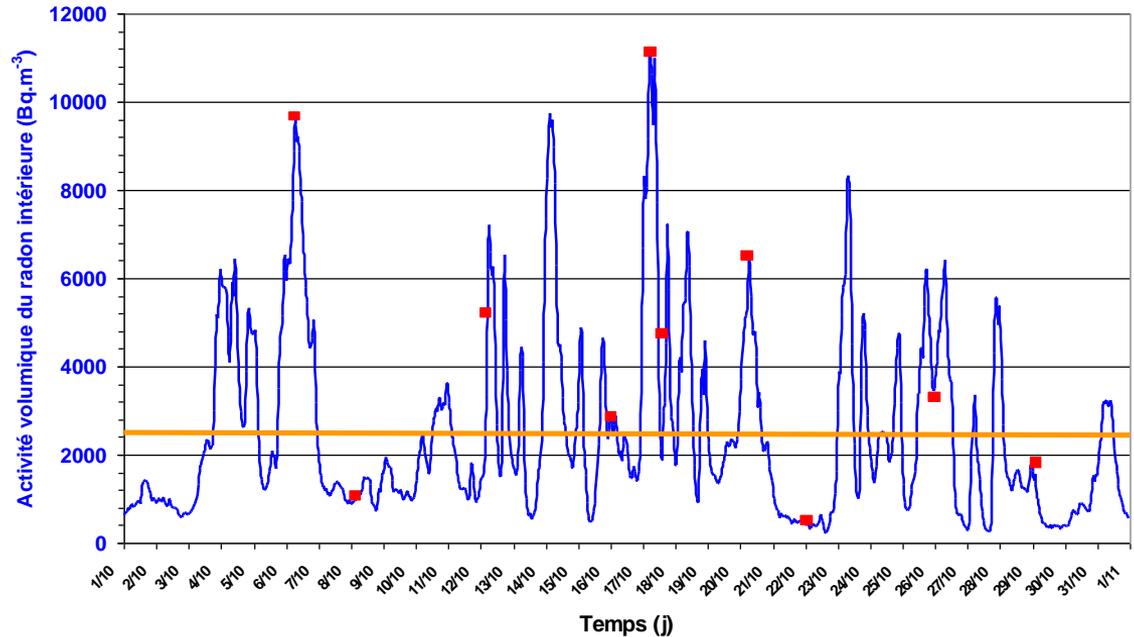
## Mesure des descendants



- ▮ Capteur principal : semi-conducteur (PIPS)
- ▮ Autres capteurs existants : DSTN, photomultiplicateur
- ▮ Moins de choix d'appareils sur le marché
- ▮ Pas de chaine d'étalonnage pour l'EAP

# Mesure du radon : différents temps de mesure pour différentes applications

- Mesure intégrée  
DSTN
- Mesure en continu  
AlphaGuard, BMC2...
- Mesure ponctuelle  
Fioles scintillantes, RAD7...



# Nos applications : état des lieux

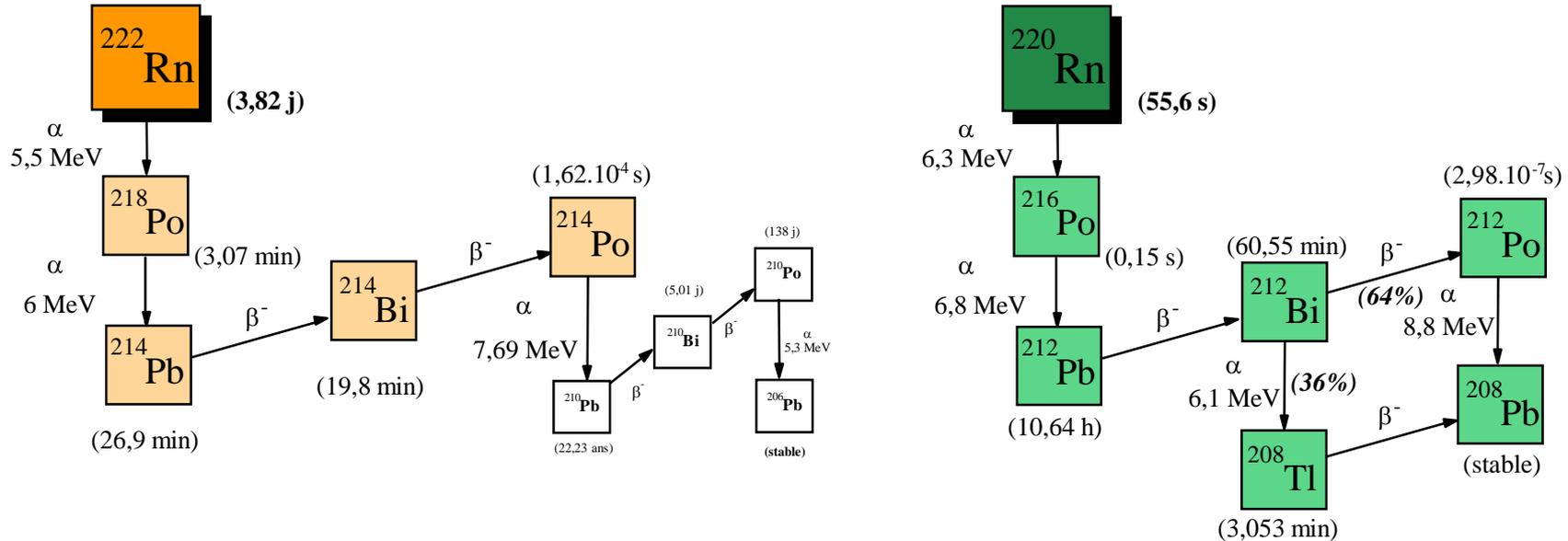
## ■ Pour la radioprotection

- Dépistages réglementaires et évaluation du risque : mesures intégrées du radon dans l'air intérieur
- Recherche des voies d'entrées et de transfert : mesures ponctuelles ou en continu du radon
- Surveillance travailleur : mesure des descendants ou du radon
- Appareils grand public pour les particuliers : mesures du radon « en continu »

## ■ Pour les études

- Mesure du radon dans l'air du sol : mesure en continu ou ponctuelle
- Mesure de flux d'exhalation de radon : mesure ponctuelle
- Mesure du radon dans l'eau : mesure ponctuelle
- Mesure des descendants du radon : mesure ponctuelle ou en continu
- Mesure du thoron et des descendants : mesures en continu ou intégrées

# Indépendance du Thoron sur la mesure Radon



Dans certaines atmosphères, le thoron peut influencer la mesure du radon  
(par ex., mesures en continu dans les sols)

→ **besoin de prendre en compte le thoron dans le traitement du signal**

## Amélioration du temps de réponse des appareils de mesure en continu

- Besoin d'une évaluation « rapide » du risque avant l'intervention d'un travailleur dans une zone à risque radon
- Les fluctuations rapides du radon (ex. apport brutal de radon par dégazage d'une eau thermale) peuvent être mal prises en compte par les appareils de mesure en continu si la mesure n'est pas assez rapide par rapport aux fluctuations  
→ mauvaise évaluation du risque travailleur



## Amélioration de la sensibilité des appareils de mesure en continu

- Diminution du temps de réponse des appareils
- Mesure dans l'air extérieur (projet d'étude : traçage des masses d'air)  
Objectif : mesurer des activités volumiques de l'ordre du  $\text{Bq}/\text{m}^3$  et leurs variations temporelles et spatiales
- Besoin d'améliorer la sensibilité des systèmes de détection ne mesurant que les alpha du radon (usage : étalons primaires)

## Dans un monde idéal...

L'appareil de mesure parfait serait :

- Un appareil à faible coût (quelque centaines d'Euros)
- Permettant la mesure en continu du radon et des descendants
- Répétable et reproductible
- Léger et robuste pour le terrain
- Avec une réponse stable dans le temps et non influencée par les paramètres extérieurs (température, humidité, thoron...)
- Avec un bruit de fond nul



## Conclusions sur nos besoins

- Indépendance de la mesure radon vis-à-vis du thoron ainsi que des autres paramètres d'influence (humidité, température...)
- Amélioration du temps de réponse de l'appareil : pour les mesures en continu, indépendance d'une nouvelle mesure vis-à-vis des mesures précédentes
- Amélioration de la sensibilité des appareils de mesure
- Besoin d'un d'étalon primaire pour l'EAP pour développer une chaine d'étalonnage



Place à la discussion...