

L'exposition au radon

Séminaire ARRAD 31 octobre 2008

François Bochud

Institut universitaire de radiophysique appliquée (IRA)

CHUV / Université de Lausanne

Menu

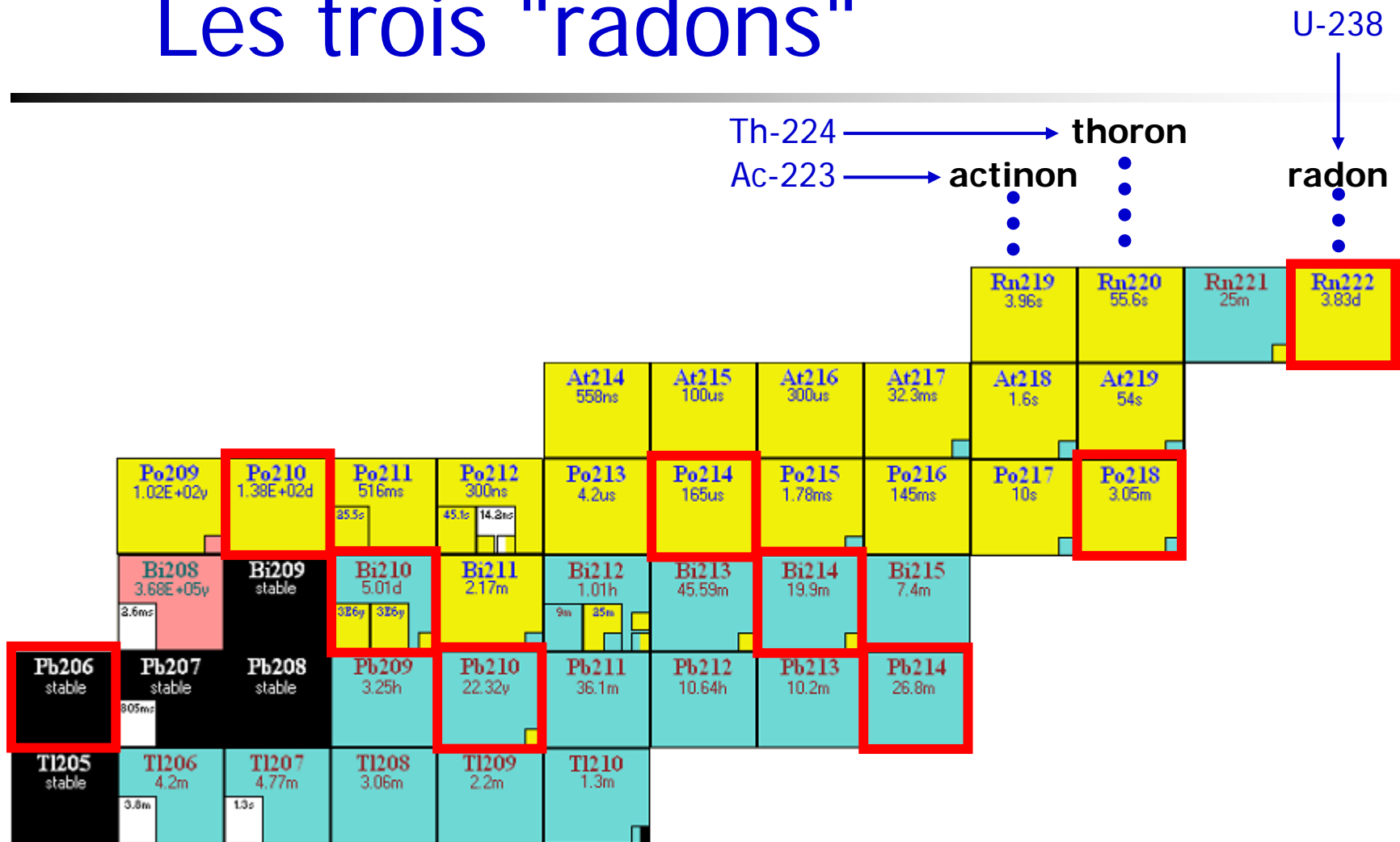
- Le radon, c'est quoi ?
- D'où vient-il, où va-t-il ?
- Y a-t-il un risque ?
 - Si oui combien ?
- Comment le mesurer ?

Le radon, c'est quoi ?

- Gaz noble

1 H																	2 He		
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne		
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar		
19 K	20 Ca	21 Sc		22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
37 Rb	38 Sr	39 Y		40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
55 Cs	56 Ba	57 La	58 71	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	
87 Fr	88 Ra	89 Ac	90 103	104 Ku	105 Ha														
				58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu		
				90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr		

Les trois "radons"



Emissions de Rn-222 et ses descendants ?

Élément	Période	Énergie α	Énergie β	Énergie γ
Rn-222	3.83 j	5.0 – 5.5 MeV	-	-
Po-218	3.05 min	6.0 MeV	-	-
Pb-214	26.8 min	-	~ 2.1 MeV	0.05 – 0.9 MeV
Bi-214	19.9 min	-	~ 0.6 MeV	0.05 – 2.5 MeV
Po-214	$1.65 \cdot 10^{-4}$ s	7.7 MeV	-	-
Pb-210	22.3 a	-	~ 0.06 MeV	0.047 MeV
Bi-210	5.01 j	-	~ 1.2 MeV	-
Po-210	138 j	5.3 MeV	-	-

présents dans les
poumons suite à
inhalation

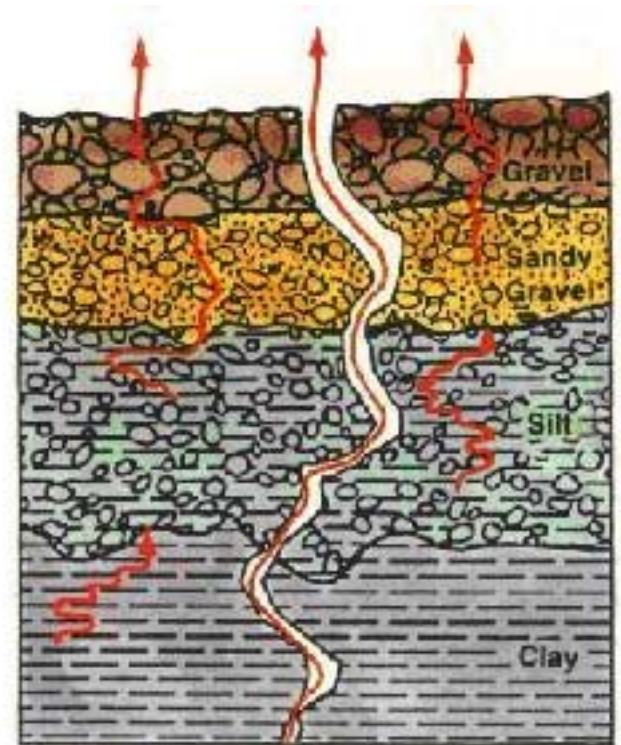
présents dans
l'environnement



alimentation,
tabac

D'où vient-il ?

- L'uranium (et donc le radon) se trouve particulièrement dans les zones granitiques, volcaniques et uranifères
- Pour qu'il sorte du sol, il faut également qu'il existe un chemin de sortie...



D'où vient-il ?



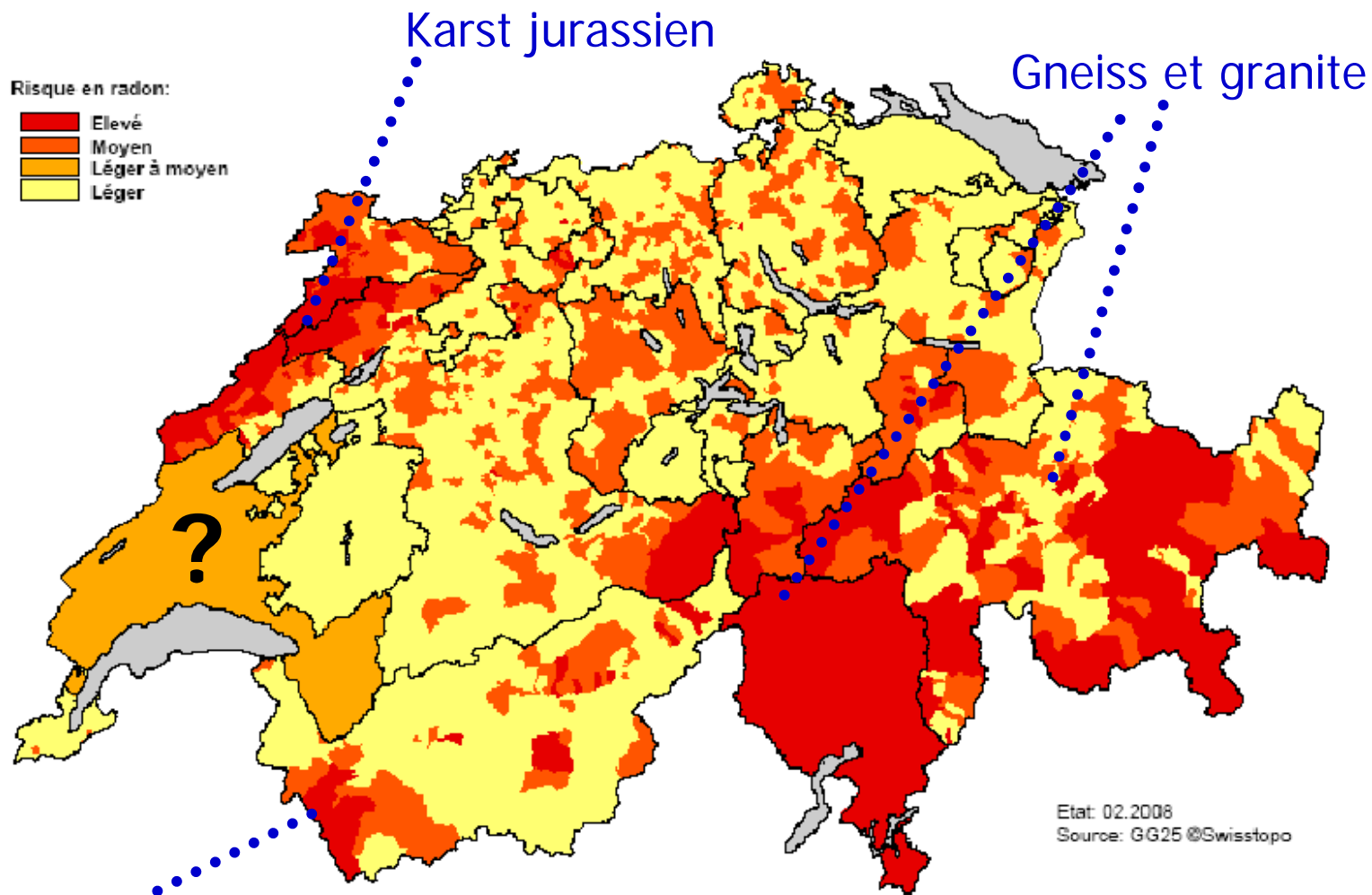
- Sol granitique, gneiss
 - Contient pas mal d'uranium
 - Dense, mais parfois avec micro-fissures
 - Peut être une zone à radon, mais pas forcément

- Sol karstique (Jura)
 - Peu d'uranium dans le sol
 - Peu dense, très grandes failles, grottes
 - Zone à radon à certains endroits



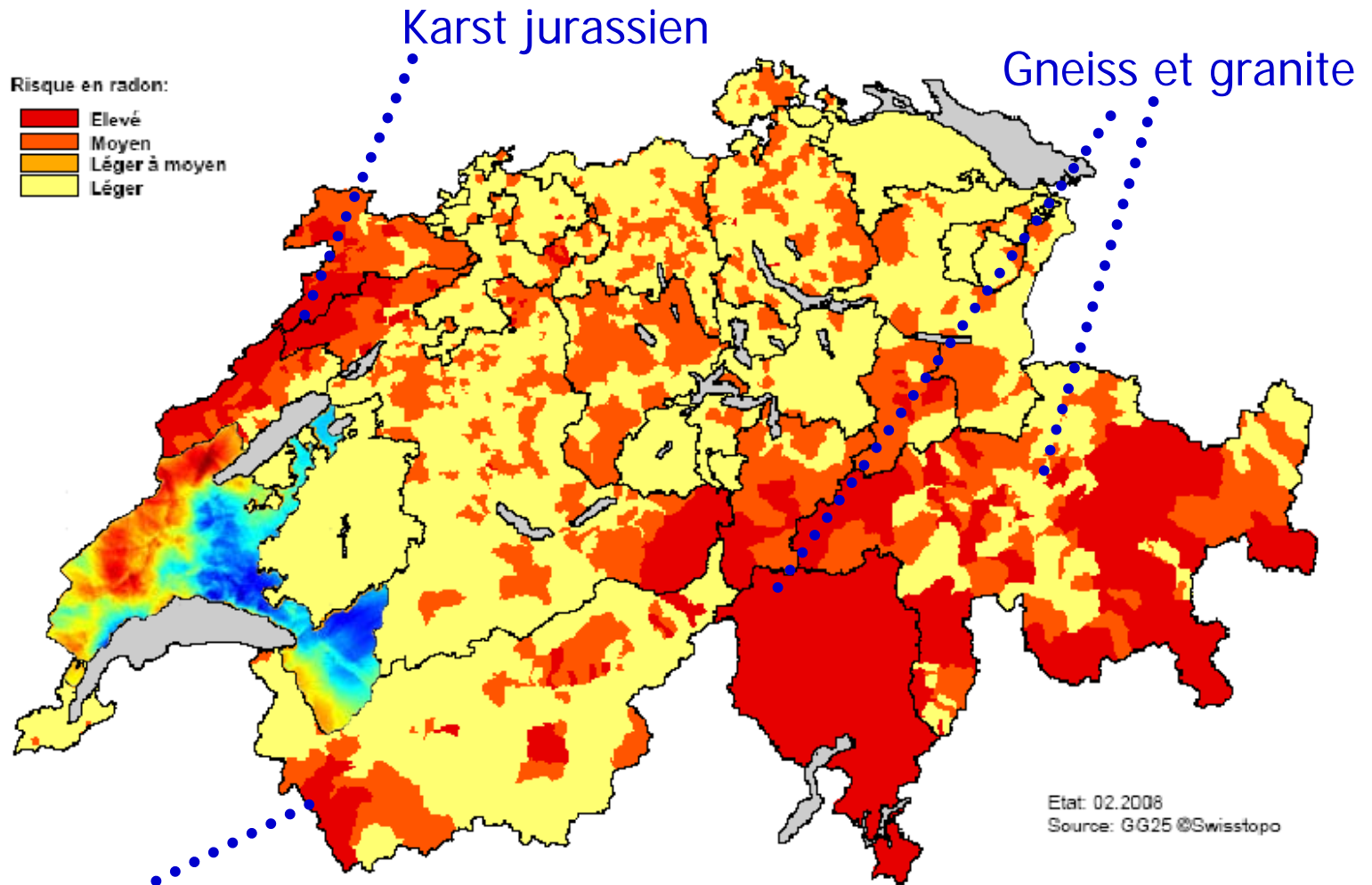
- Plus que le contenu en uranium, c'est la physique du sol qui compte

Le sol et la carte OFSP du radon



Minéralisation d'uranium des Aiguilles Rouges

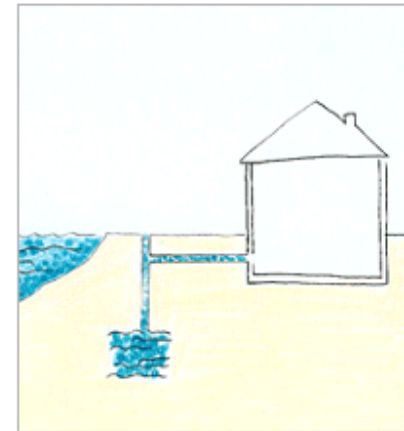
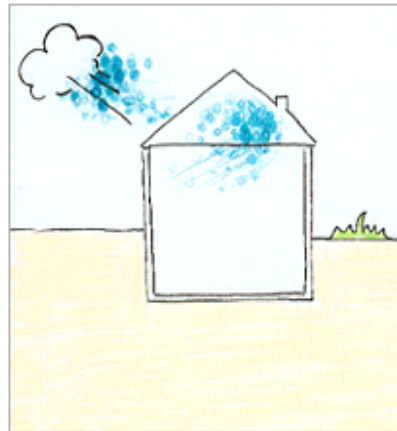
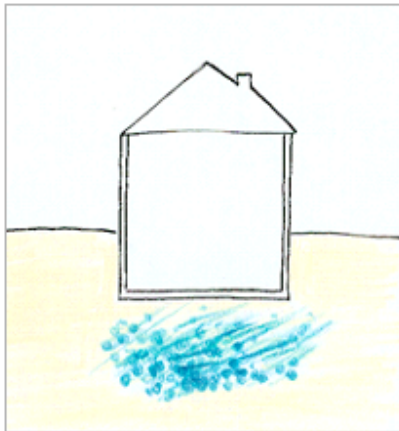
Le sol et la carte OFSP du radon



Minéralisation d'uranium des Aiguilles Rouges

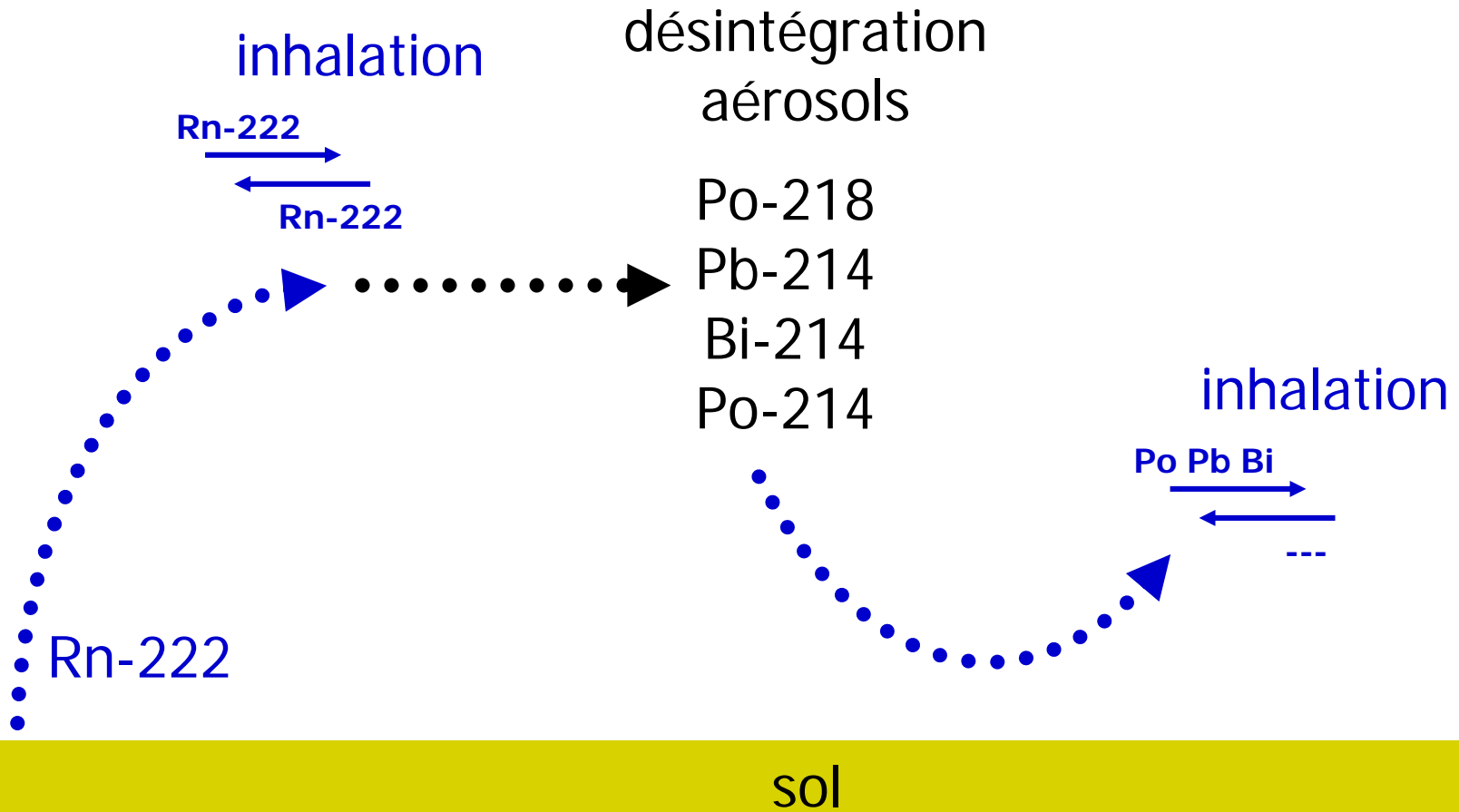
D'où vient-il ?

- Le radon en Suisse
 - voir présentation de M. Gruson



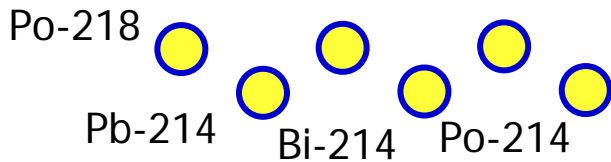
- Le radon dans les habitations et son assainissement
 - voir présentation de G.A. Roserens

De l'air aux poumons

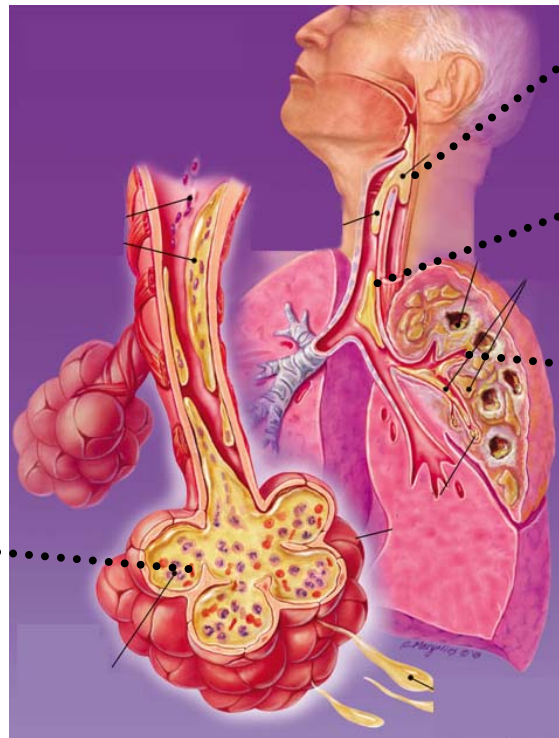


De l'air aux poumons

Radioéléments sur les aérosols



alvéoles
0.1 – 1.0 μm



extra-thoracique
5.5 – 9.2 μm

bronches
3.3 – 5.5 μm

bronchioles
1.0 – 3.3 μm

Désintégrations dans les poumons

Exposition des **cellules basales** de la muqueuse

Induction de **cancers**
des poumons

Est-ce un problème ?

■ Bad Gastein (Autriche)

100'000 Bq/m³

KUR & GESUNDHEITS PARTNER GASTEIN

The most important indications:
Bechterew's disease, chronic polyarthritis, degenerative joint- and muscle tension, respiratory tract disease, vegetative exhaustion and regeneration

RADON THERAPY HEALTH ALLIANCE THE SPARK OF WELL-BEING RECREATION ACTIVITIES CONTACT

RADON THERAPY

- Radon effect
- FAQ's
- Gastein healing cave
- Gastein thermal water
- **Gastein vapour bath**
- Gastein indication list
- Additional therapies
- Alternative methods

Our Top-Packages

- 3-week fibromyalgia therapy
- Gastein classic - 3 weeks
- Sample combination days
- 2-week vapour-bath therapy

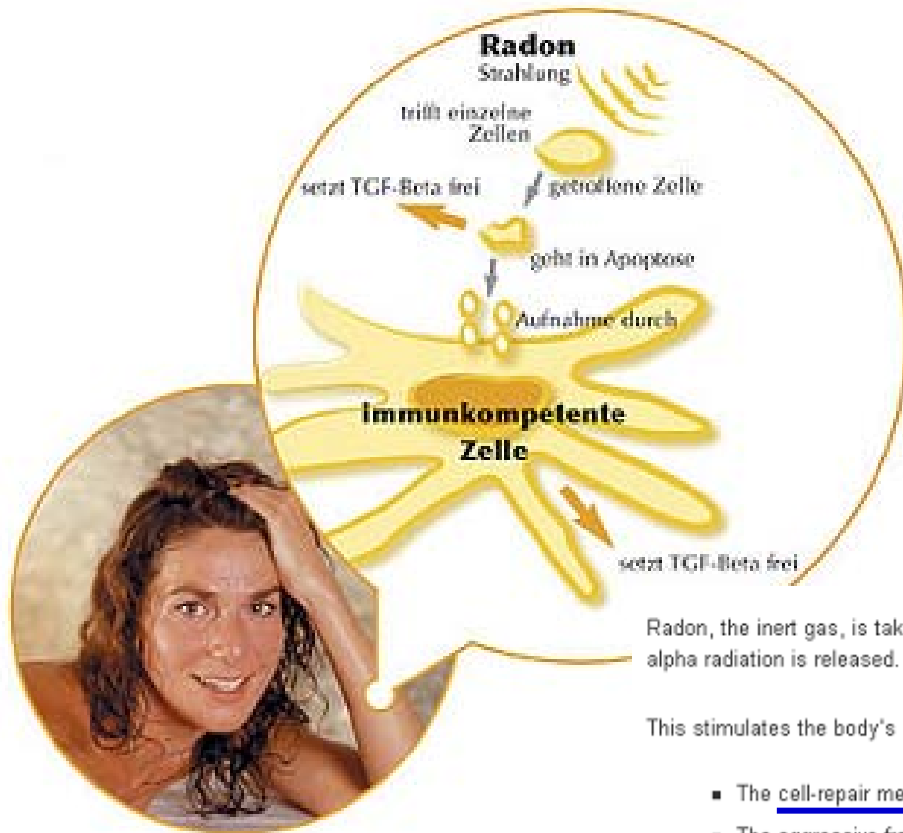
Order our Prospectus

CHU → **The three pillars of the Cures in Gastein**

UNIL | Université de Lausanne

Tu veux être belle ? shoote-toi au radon!

■ Bad Gastein (Autriche)



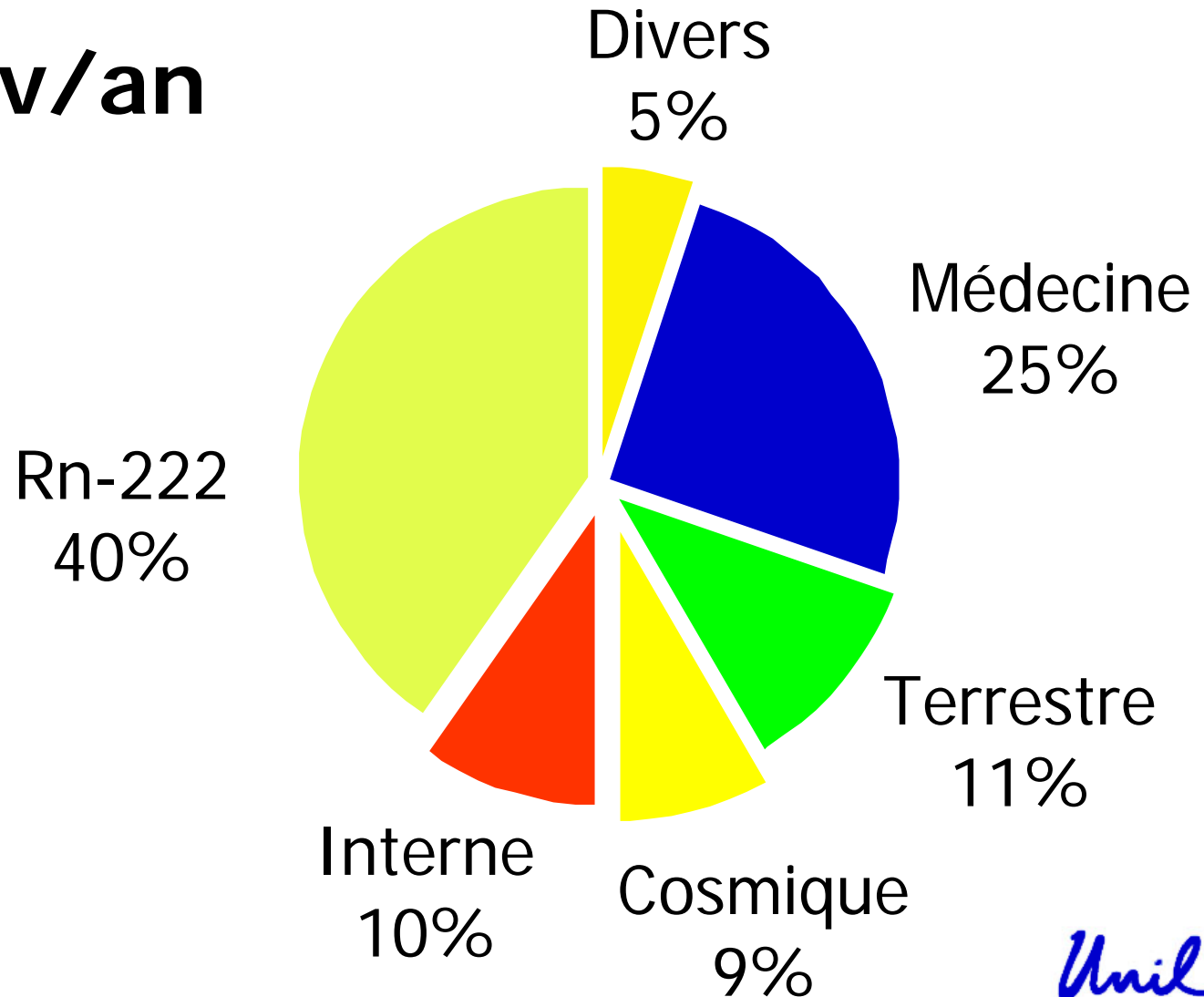
Radon, the inert gas, is taken into the body through the skin and lungs, its subsidiary products are deposited on the skin. Mild alpha radiation is released.

This stimulates the body's powers of self-healing in various ways:

- The cell-repair mechanism is stimulated.
- The aggressive free radicals are decreased.
- The TGF-beta1 messenger substance that fosters healing and inhibits inflammation is activated.
- The substance P pain messenger is decreased.
- Beta-endorphins are increased and the serotonin metabolism is positively influenced.

Part du radon dans notre irradiation

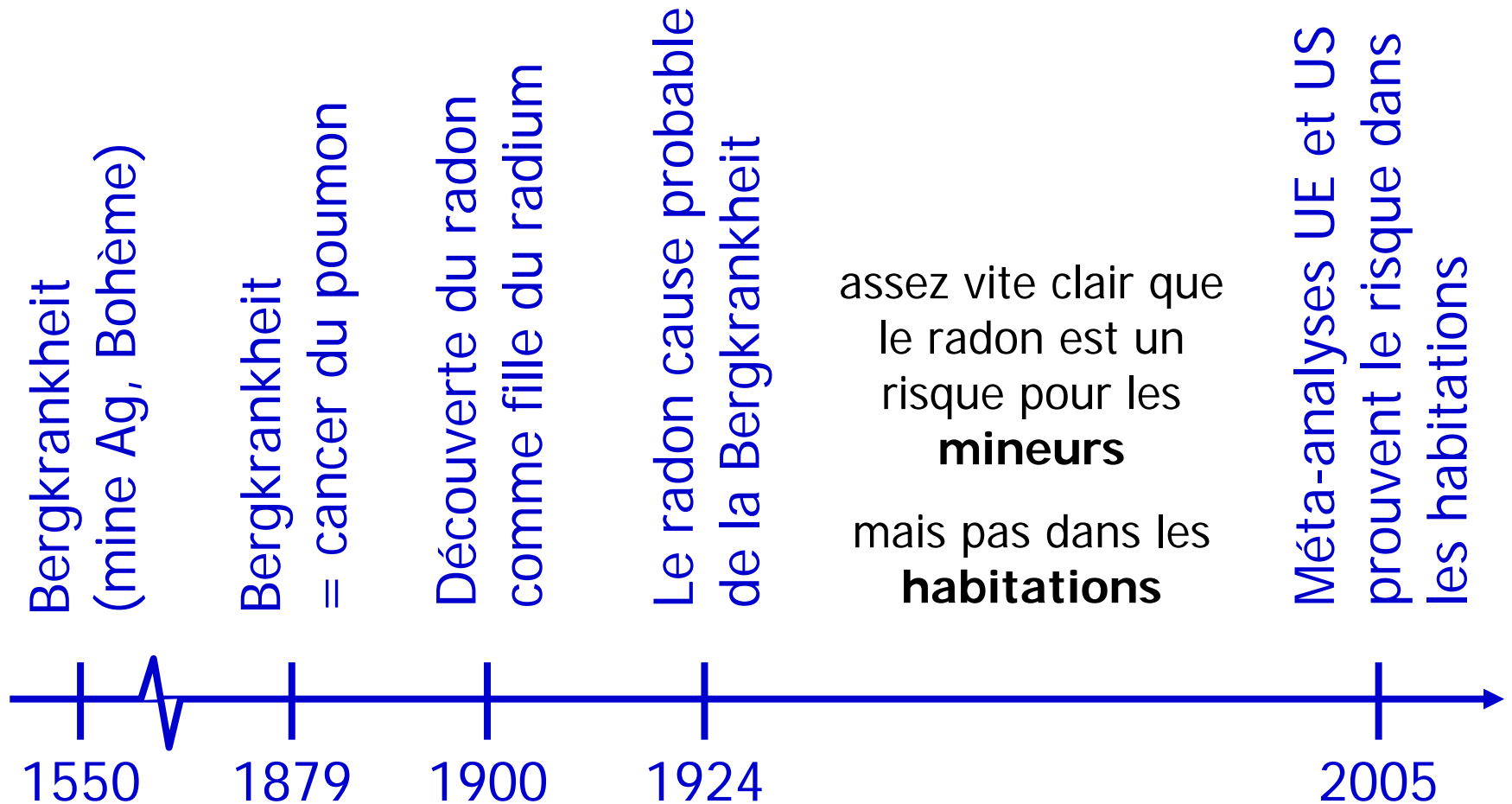
4 mSv/an



Part du radon dans notre irradiation



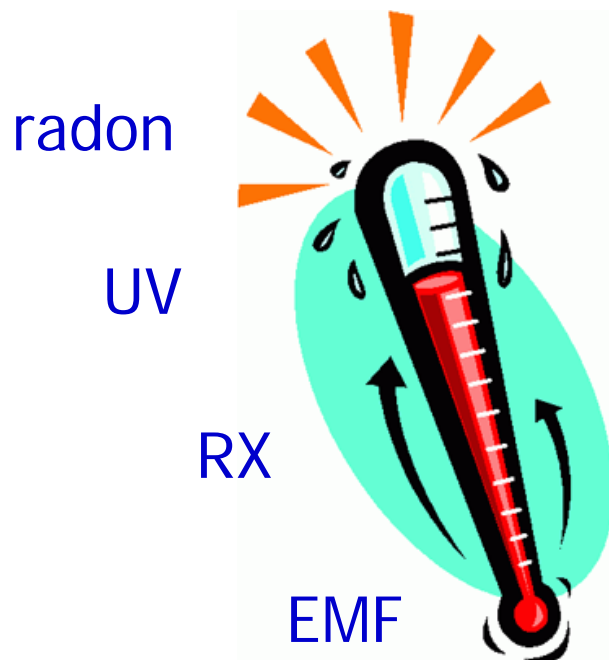
Y a-t-il un risque ?



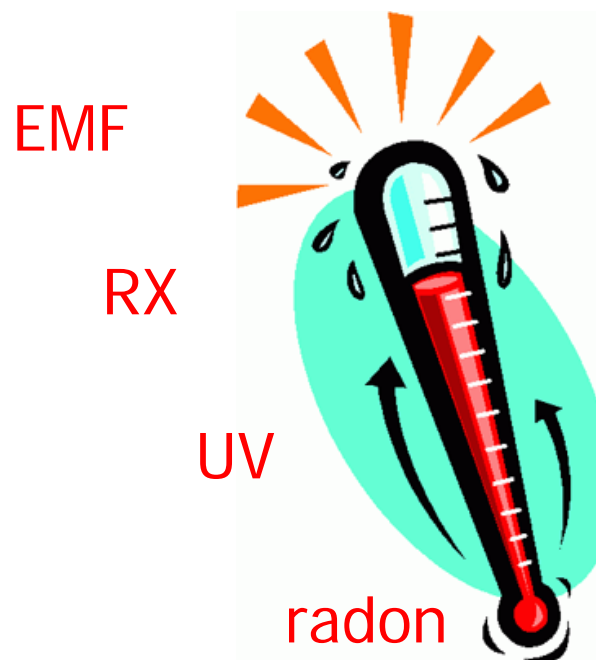
Voir la présentation de M. Tirmarche

Fantasmes et réalités

risque avéré



risque perçu



Selon Maria Neira, directrice du département
Environmental health de l'OMS (IRPA-2008)

Quel risque ?

- Selon les études épidémiologiques (habitations)

$$r = r_0 (1 + 0.0016 \times C)$$

(en Bq/m³)

	Concentration en radon (Bq/m ³)
	0
Non fumeurs	0.4 %
Fumeurs	10 %

facteur 25 entre fumeurs et non-fumeurs

Quel risque ?

- Selon les études épidémiologiques (habitations)

$$r = r_0 (1 + 0.0016 \times C)$$

(en Bq/m³)

	Concentration en radon (Bq/m ³)		
	0	100	400
Non fumeurs	0.4 %	0.5 %	0.7 %
Fumeurs	10 %	12 %	16 %

facteur 25 entre fumeurs et non-fumeurs

Quel risque ?

- Conversion exposition – dose effective
- Facteur de conversion **selon ICRP** (FC):

$$FC = 2.5 \text{ nSv} / \text{Bq}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$$

- Exemple
 - Dose annuelle dans un appartement contenant 100 Bq/m³
 - $E = 100 \text{ Bq/m}^3 \cdot 7'000 \text{ h/an} \cdot 2.5 \cdot 10^{-6} \text{ mSv} / \text{Bq}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$
= 1.75 mSv/an

Quel risque ?

- Risque R =

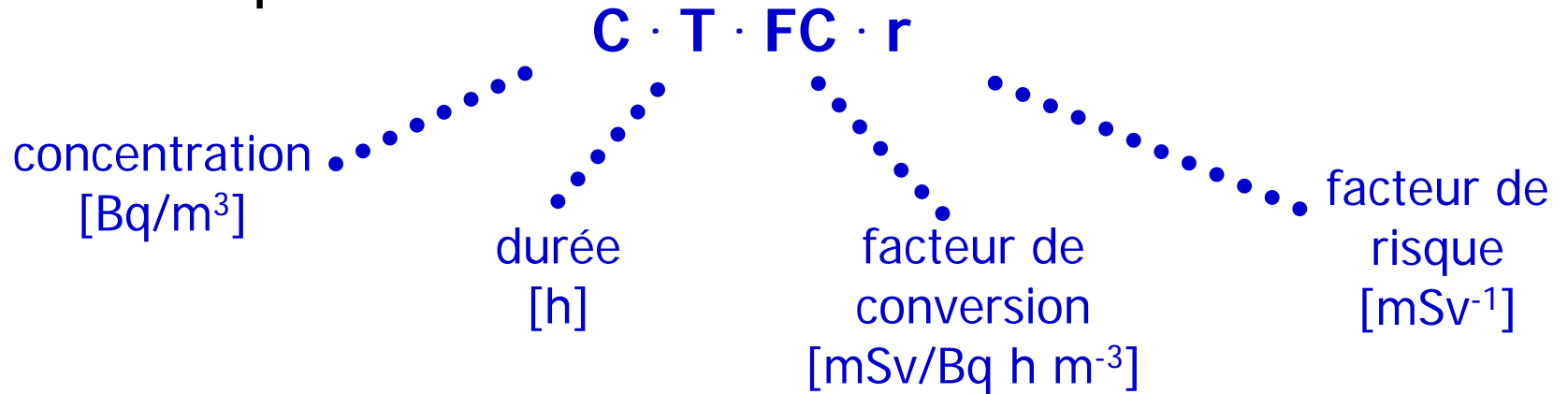
$$C \cdot T \cdot FC \cdot r$$

concentration [Bq/m³]

durée [h]

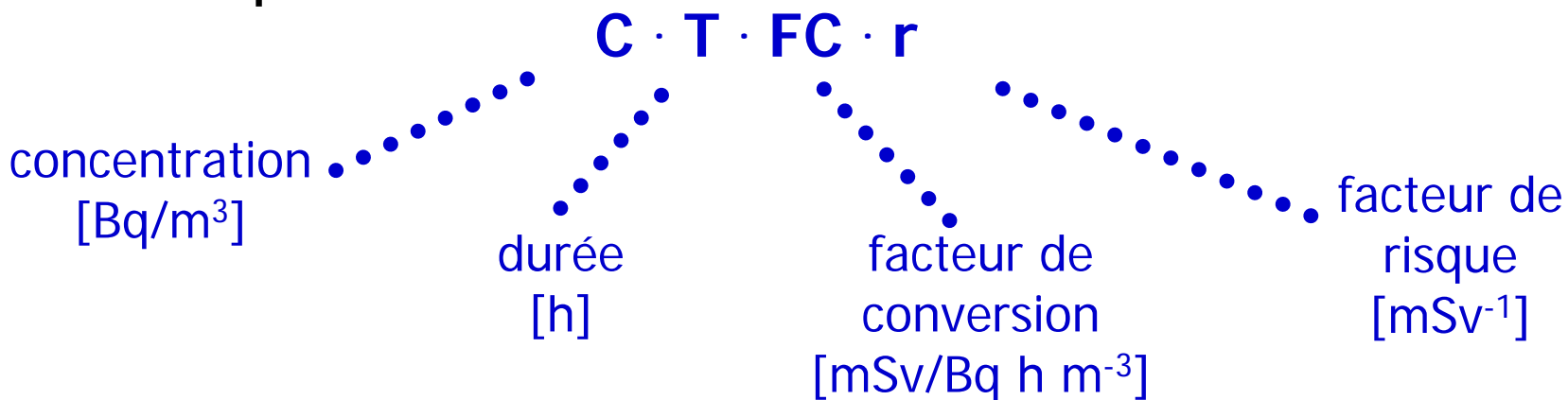
facteur de conversion [mSv/Bq h m⁻³]

facteur de risque [mSv⁻¹]



Quel risque ?

■ Risque R



■ Exemple

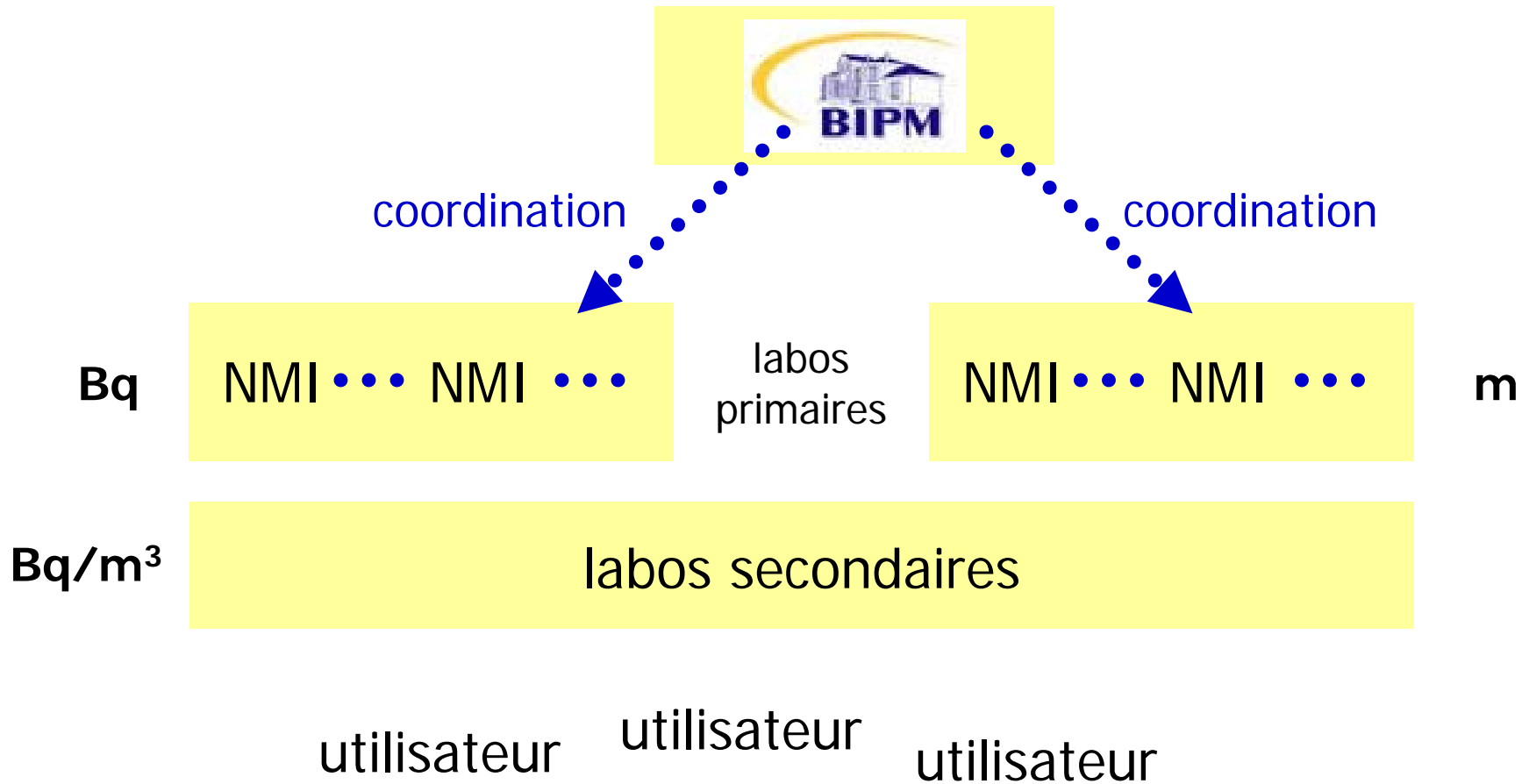
- Pour une personne habitant toute sa vie dans un appartement avec une concentration de radon de 100 Bq/m³
- $R = C T FC r =$
 $= 100 \text{ Bq/m}^3 \cdot 7000 \text{ h/an} \cdot 50 \text{ ans} \cdot 2.5 \cdot 10^{-6} \text{ mSv}/(\text{Bq h m}^{-3}) \cdot 5 \cdot 10^{-5} \text{ mSv}^{-1}$
 $= 1.75 \text{ mSv/an} \cdot 50 \text{ ans} \cdot 5 \cdot 10^{-5} \text{ mSv}^{-1} = 4.4 \cdot 10^{-3}$

Les limites suisses

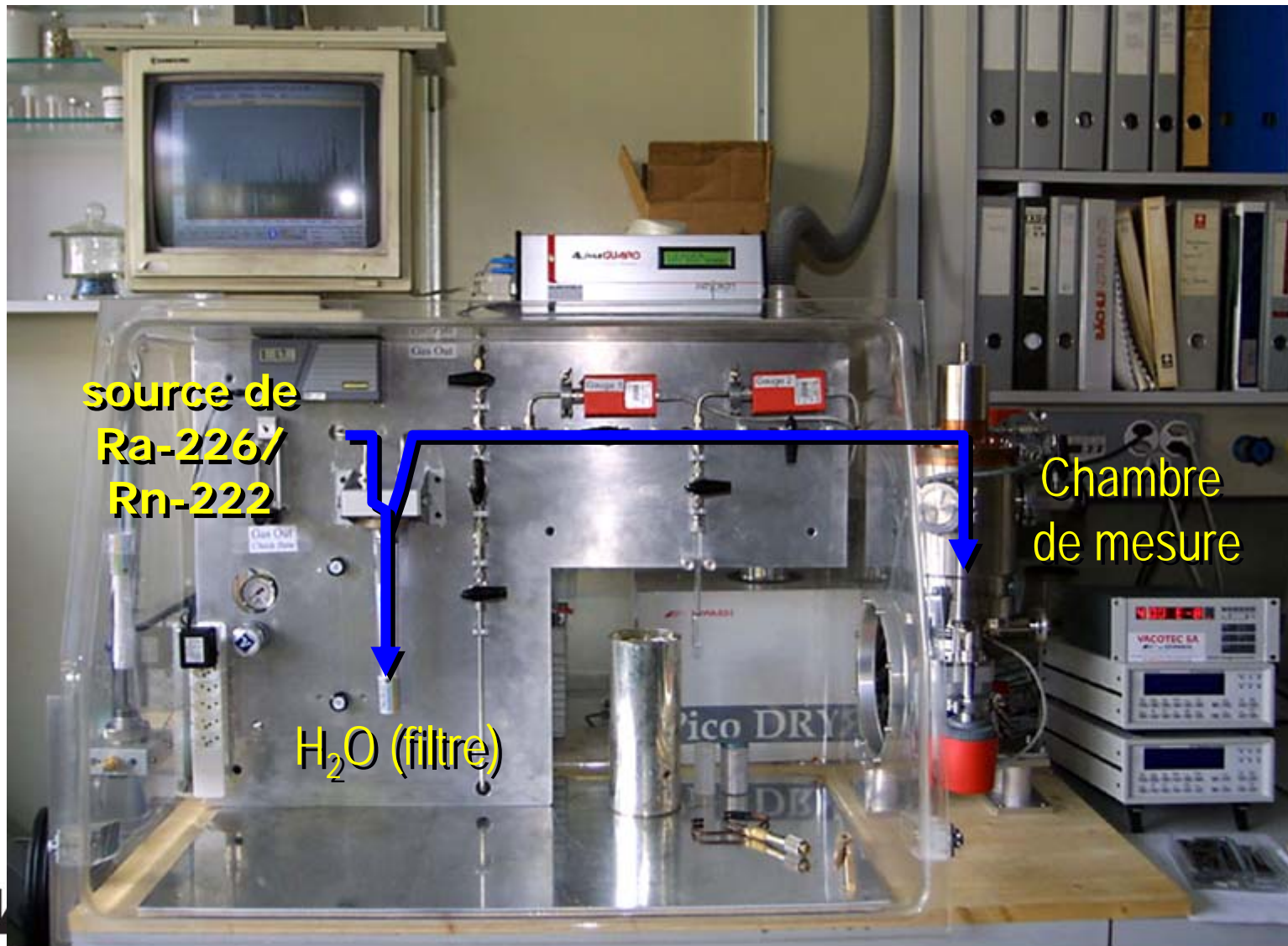
	Concentration	E
Habitations	1000 Bq/m ³	17.5 mSv/an
	400 Bq/m ³	7 mSv/an
Professionnels (2000 heures par an)	3000 Bq/m ³	20 mSv/an

Voir la présentation de C. Murith
pour la stratégie suisse face à ce risque

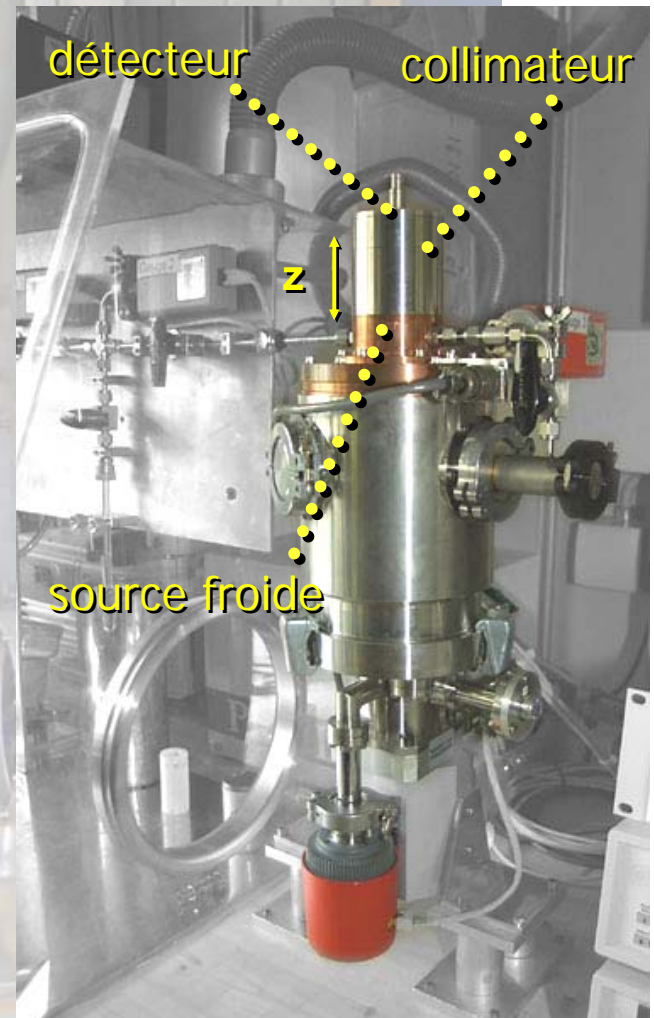
Comment le mesurer ?



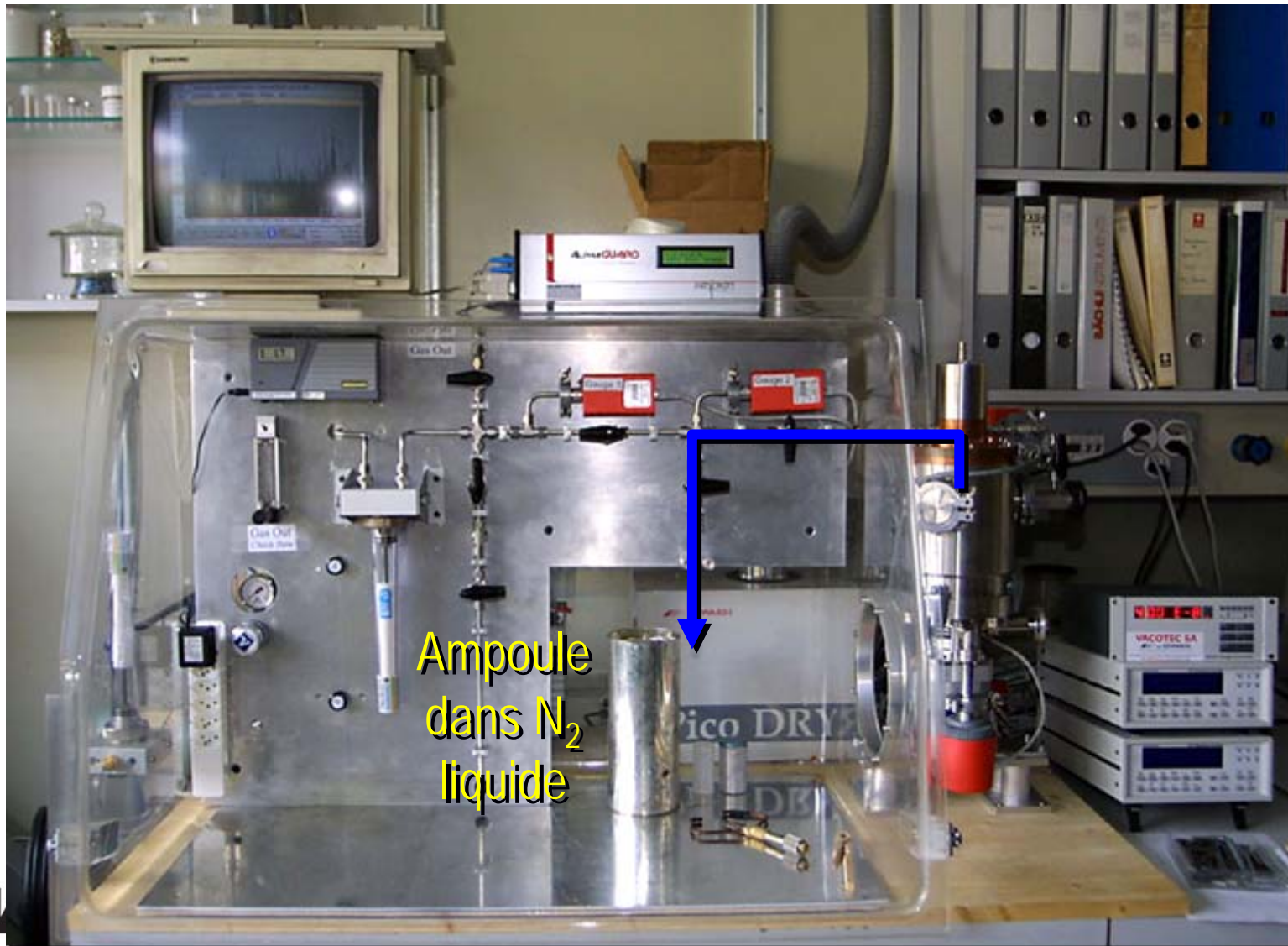
Mesure primaire



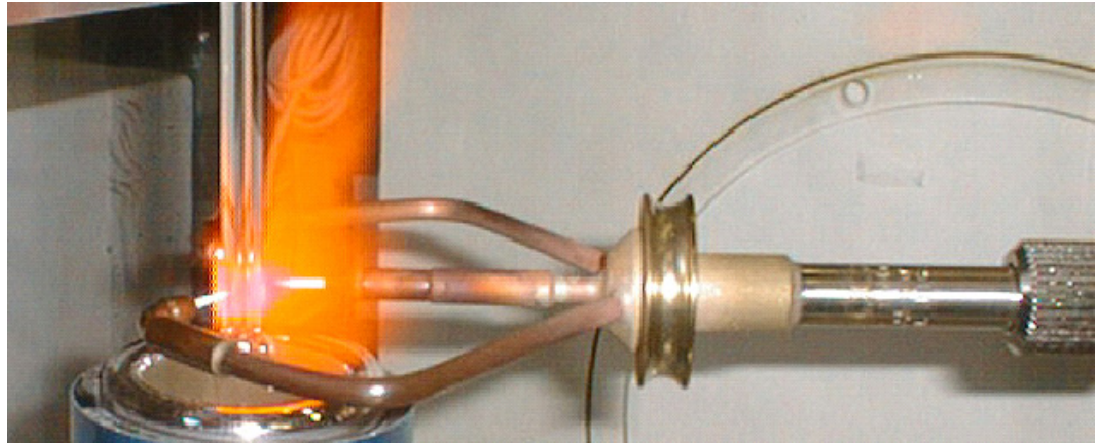
Mesure primaire



Mesure primaire

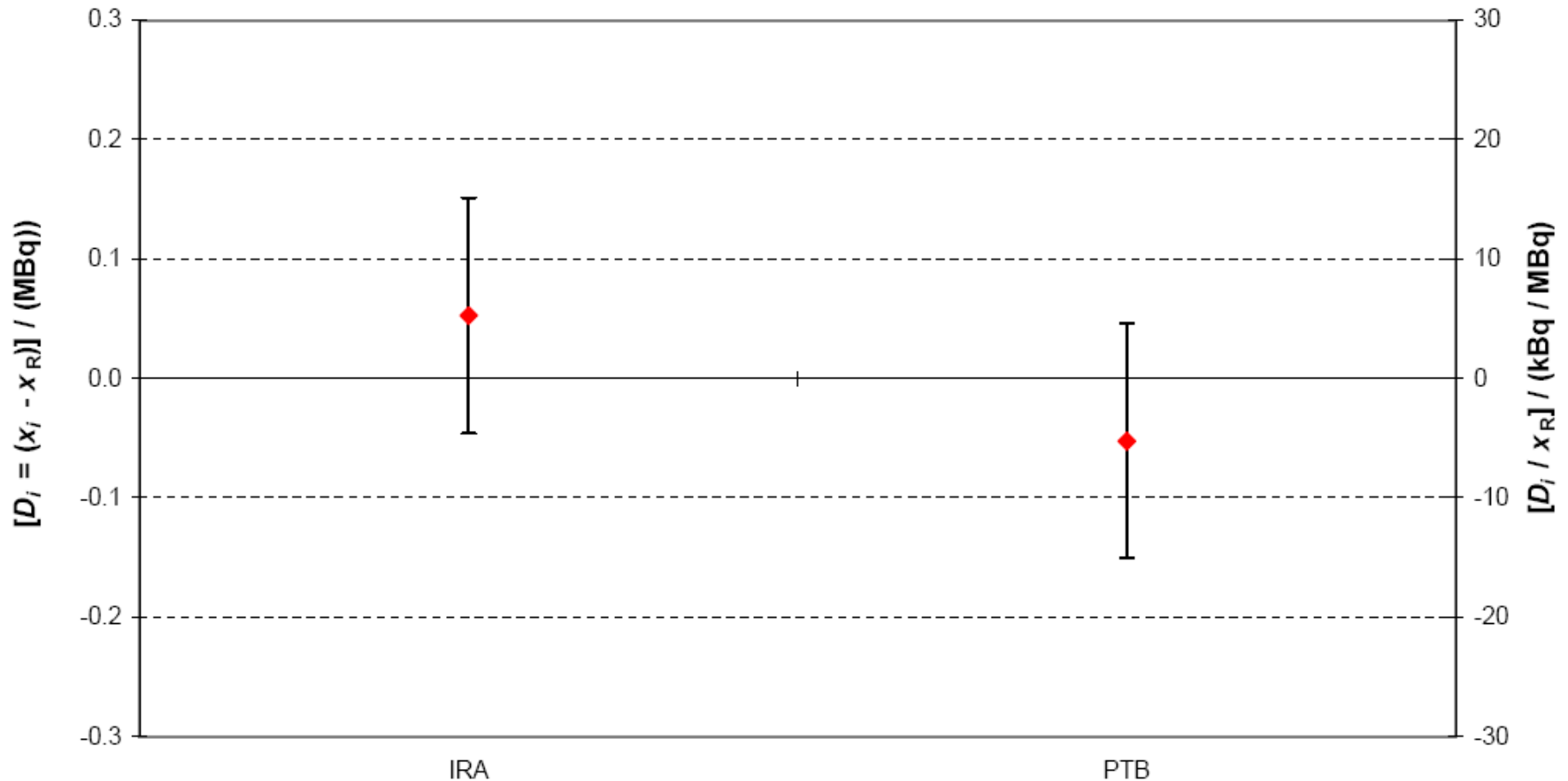


Mesure primaire



Mesure primaire

BIPM.RI(II)-K1.Rn-222
Degrees of equivalence for equivalent activity of ^{222}Rn

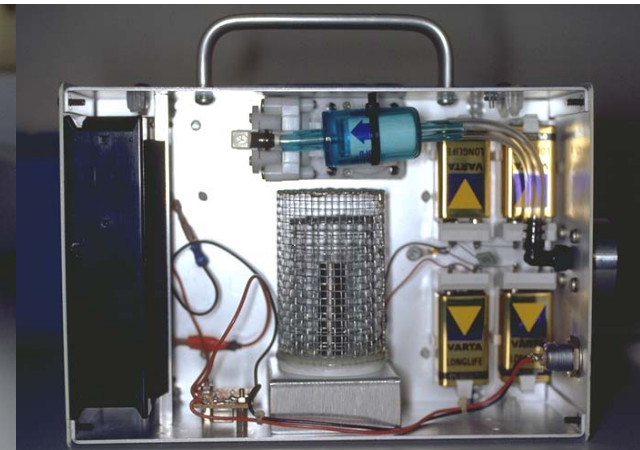


Concentration de l'activité

- Chambre à radon au PSI
 - Etalonnage d'un instrument de transfert
 - Volume connu précisément
 - Activité rattachée au labo primaire



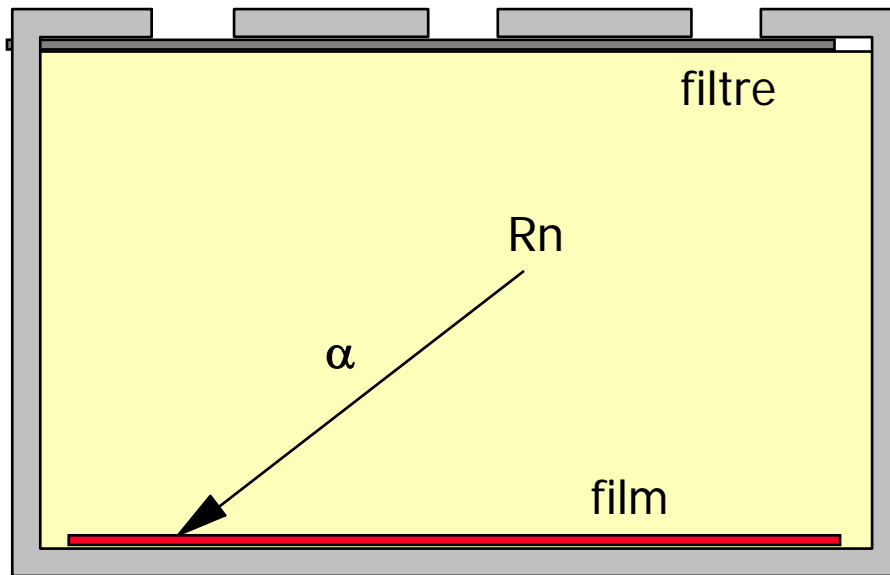
Techniques de mesure



Dosimètres à traces



Dosimètres à traces

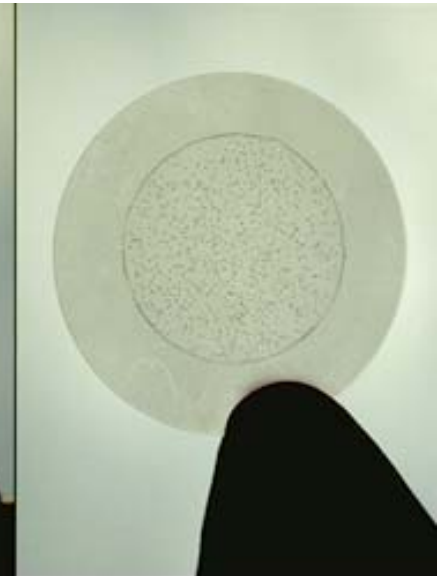


Chambre de diffusion

Avant



Après



Dosimètres à électret

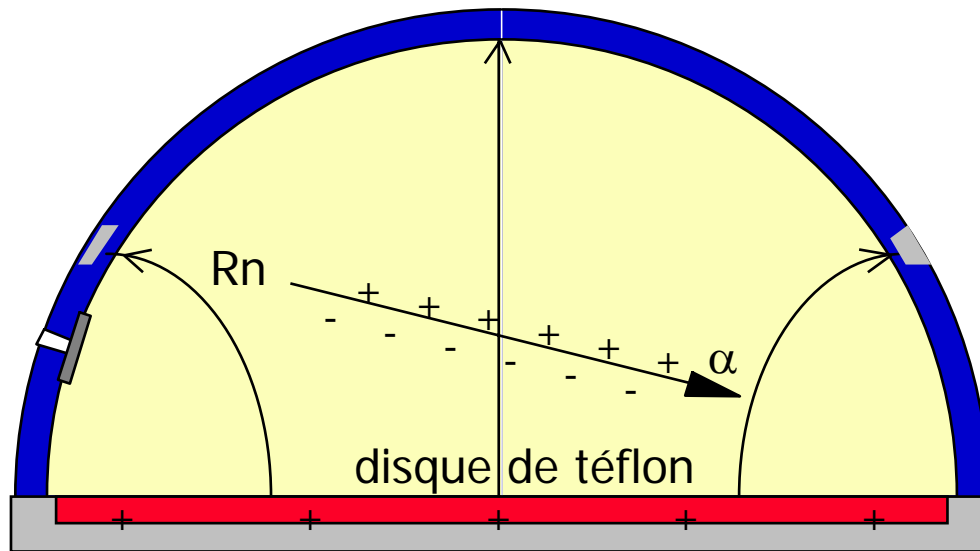


Chambre pour une courte exposition



Chambre pour une longue exposition

Dosimètres à traces



La limite est la sensibilité !

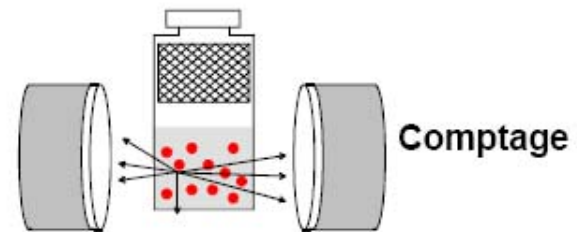
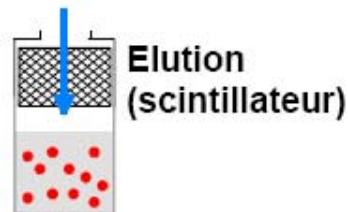
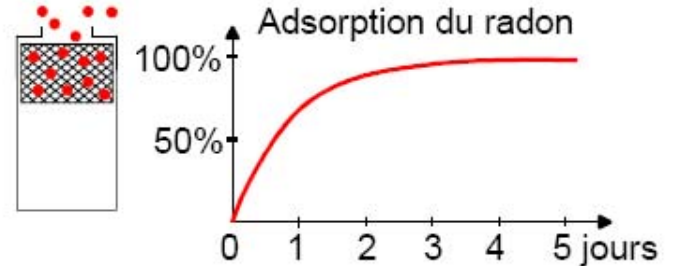
Chambre de diffusion en matière plastique conductrice

Radon → décharge de l'électret

Dosimètres à court terme

PICORAD

Pour des mesures de 2 à 3 jours



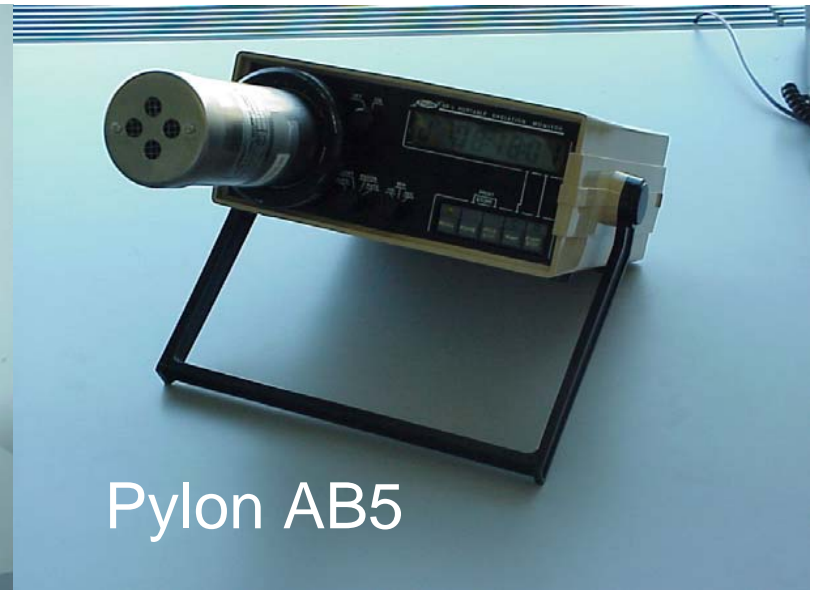
Où poser le dosimètre ?



Appareils électroniques



ATMOS 10



Pylon AB5

Appareils électroniques

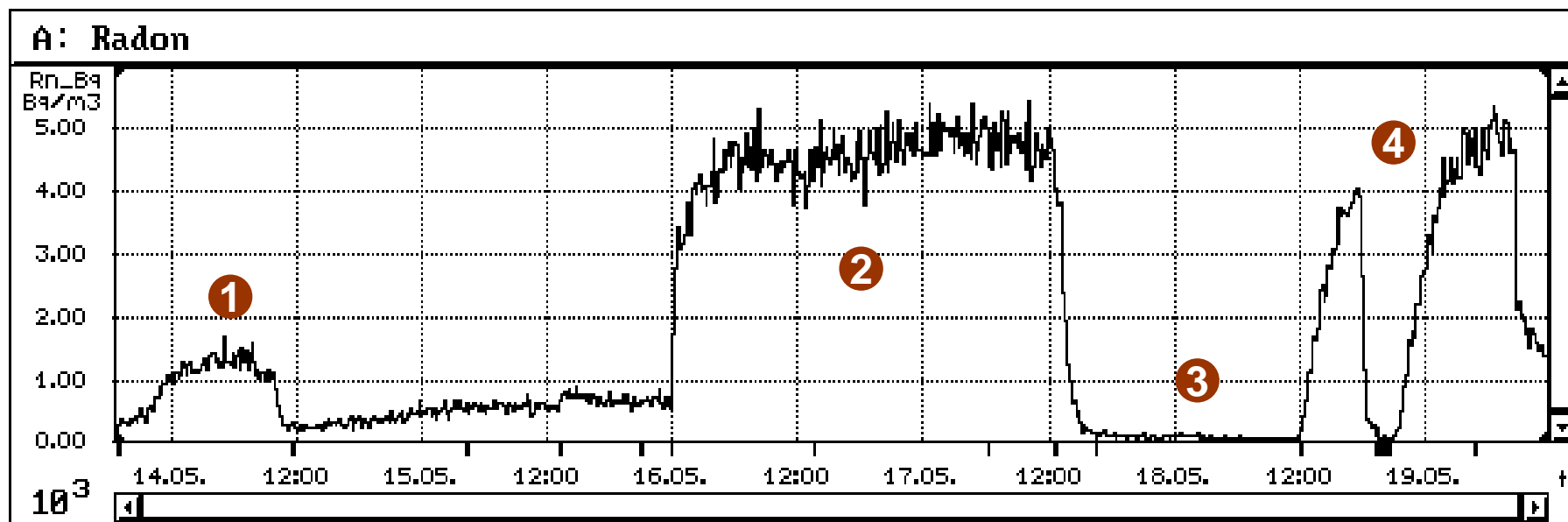
- Mesure de C_{Rn} , T , p_{atm} , H_r , déplacement
- Entrée par simple diffusion à travers le filtre
- Chambre de 560 ml
- 1 cpm à 20 Bq/m³

La limite est une relative complexité d'utilisation



Résultat d'une mesure par AlphaGUARD

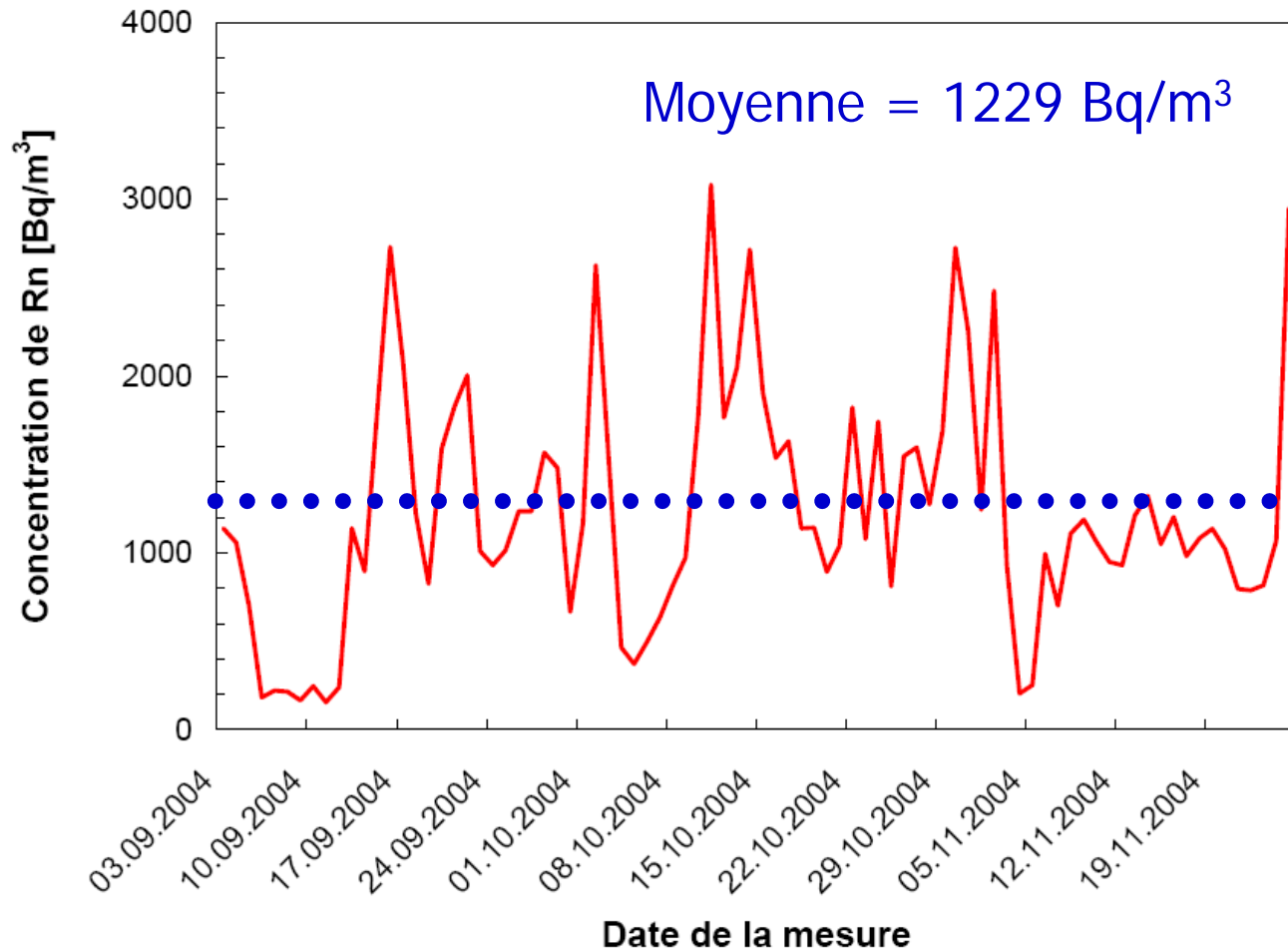
Ancien cabinet médical - zone à concentrations accrues de radon



- 1 Salle de consultation – fenêtres ouvertes, puis fermées
- 2 Laboratoire – fenêtres fermées
- 3 Laboratoire – fenêtres ouvertes
- 4 Laboratoire – fermeture et ouverture des fenêtres

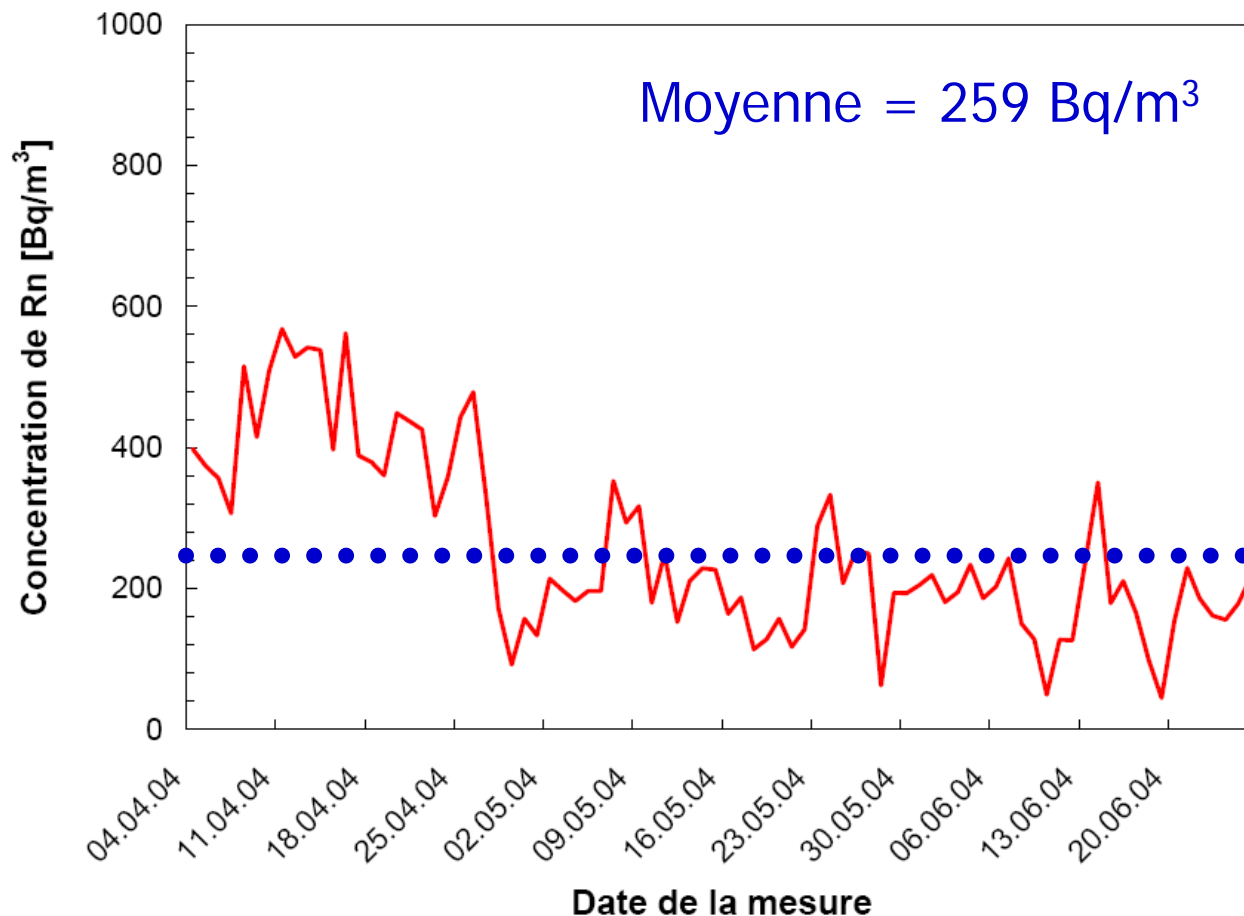
Résultat d'une mesure par AlphaGUARD

- Variation du radon sur 3 mois



Résultat d'une mesure par AlphaGUARD

- Variation du radon sur 3 mois



Conclusion

- L'origine du radon et les mécanismes d'exposition sont bien connus
 - Mais les modèles ICRP de la dosimétrie du poumon ne fonctionnent pas pour le radon
- La mesure du radon en laboratoire ne pose pas de problème
 - Mais quelqu'un sait-il ce qu'on mesure dans le terrain ?
 - En particulier à court terme et à titre prospectif