

Environmental Radioactivity for Earth Scientists

Heinz Surbeck

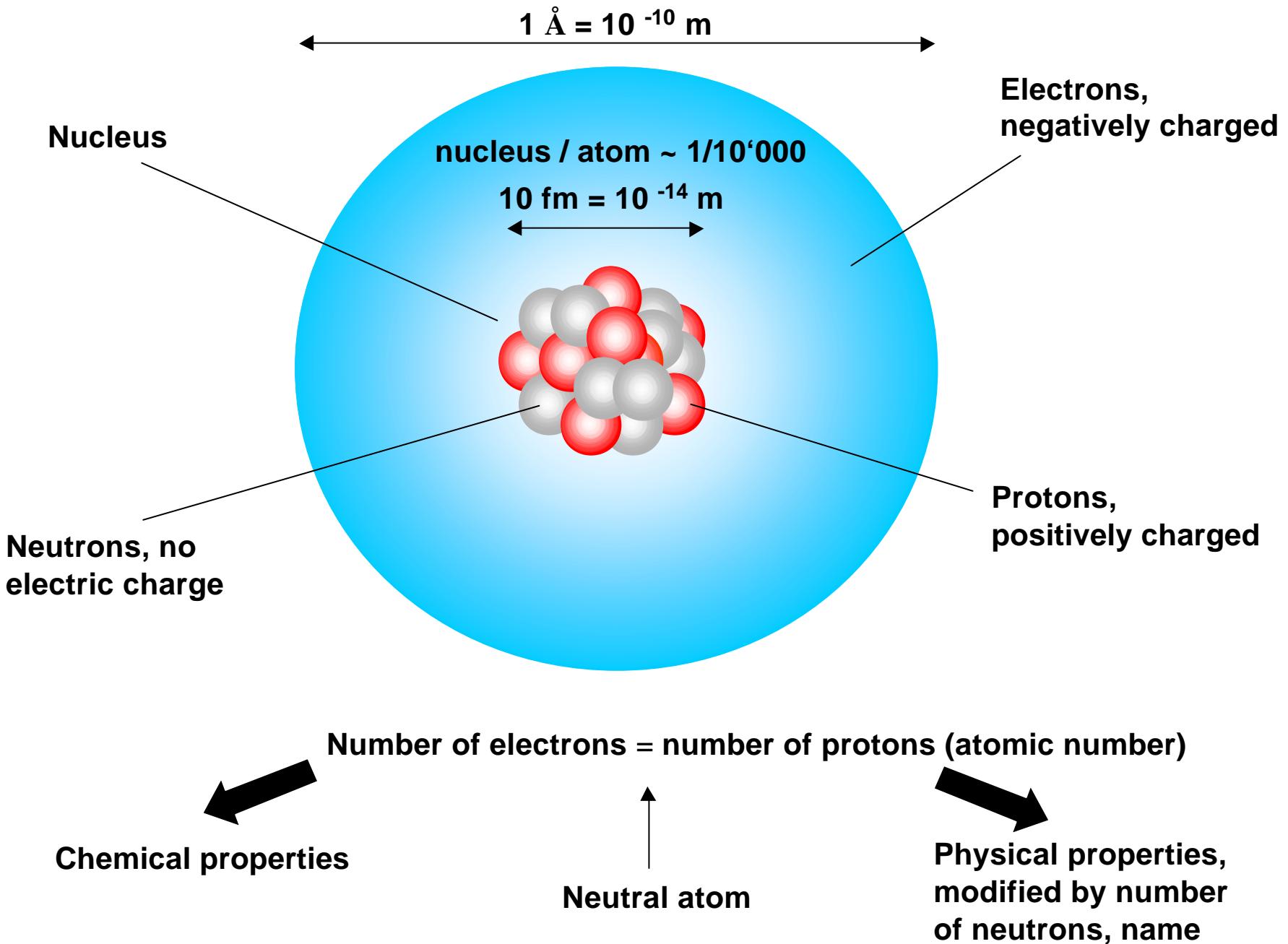
- A short nuclear physics primer
 - Cosmogenic radionuclides
 - Anthropogenic radionuclides
 - Measurement methods
 - Uranium and Thorium series



- A short nuclear physics primer

- Cosmogenic radionuclides
- Anthropogenic radionuclides
 - Measurement methods
- Uranium and Thorium series





atomic mass = number of protons + number of neutrons



isotopes : same number of protons (p), but different number of neutrons (n)

radionuclide or radioisotope : unstable nucleus

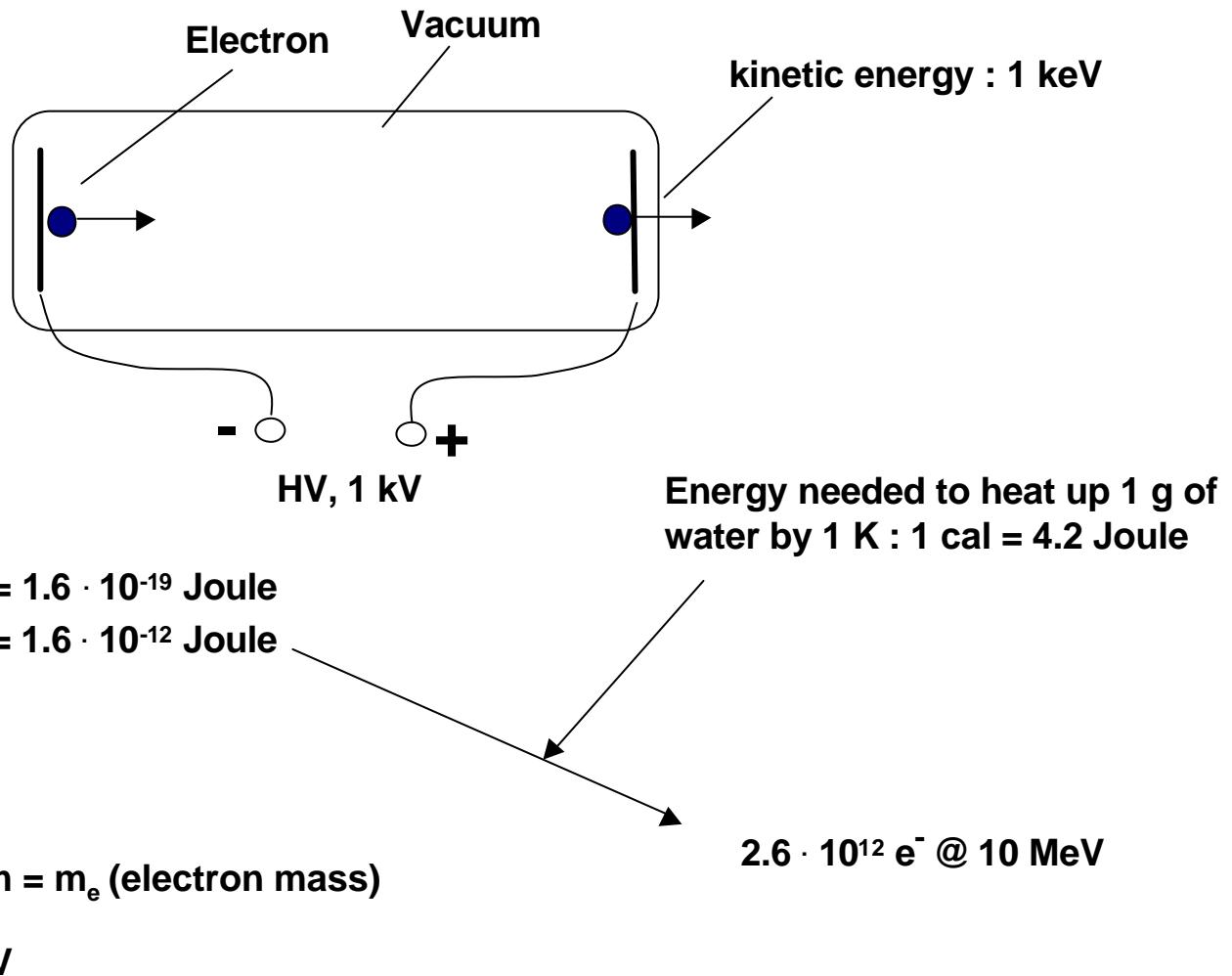
^{135}Cs : 55 p, 80 n, stable

^{134}Cs : 55 p, 79 n, 2 y

^{137}Cs : 55 p, 82 n, 30 y

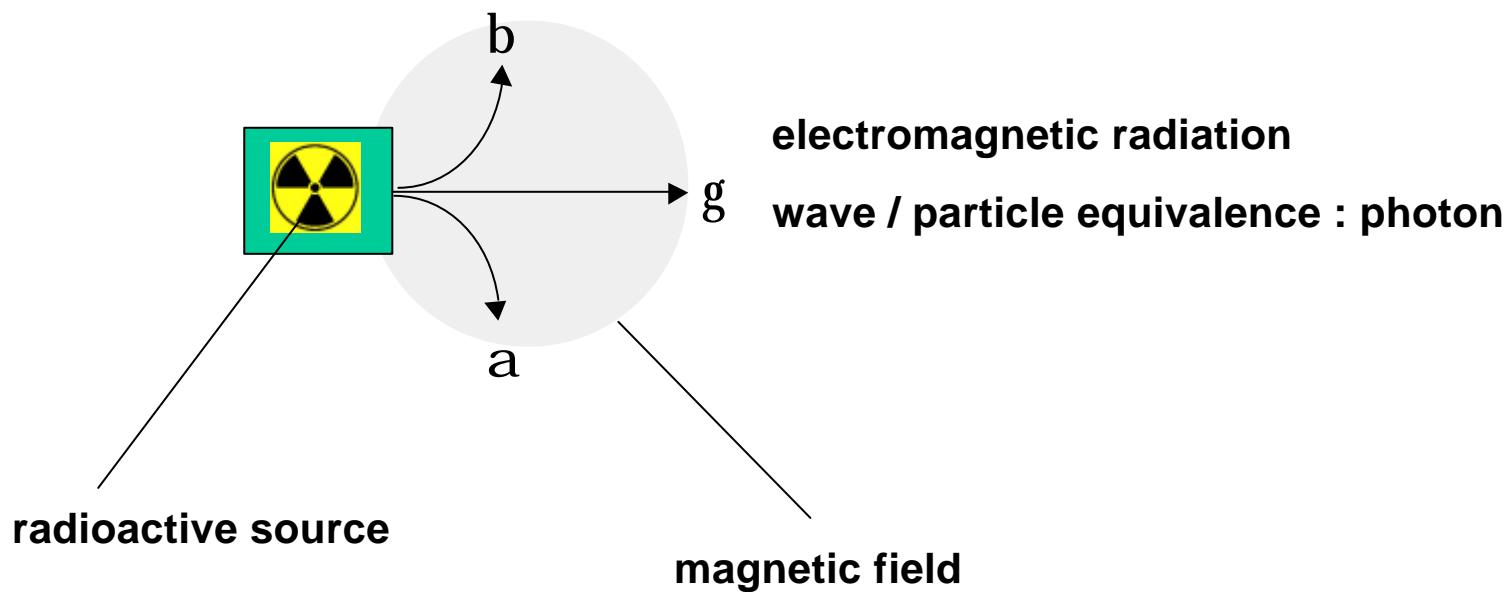
half life, time until half of the nuclides have decayed

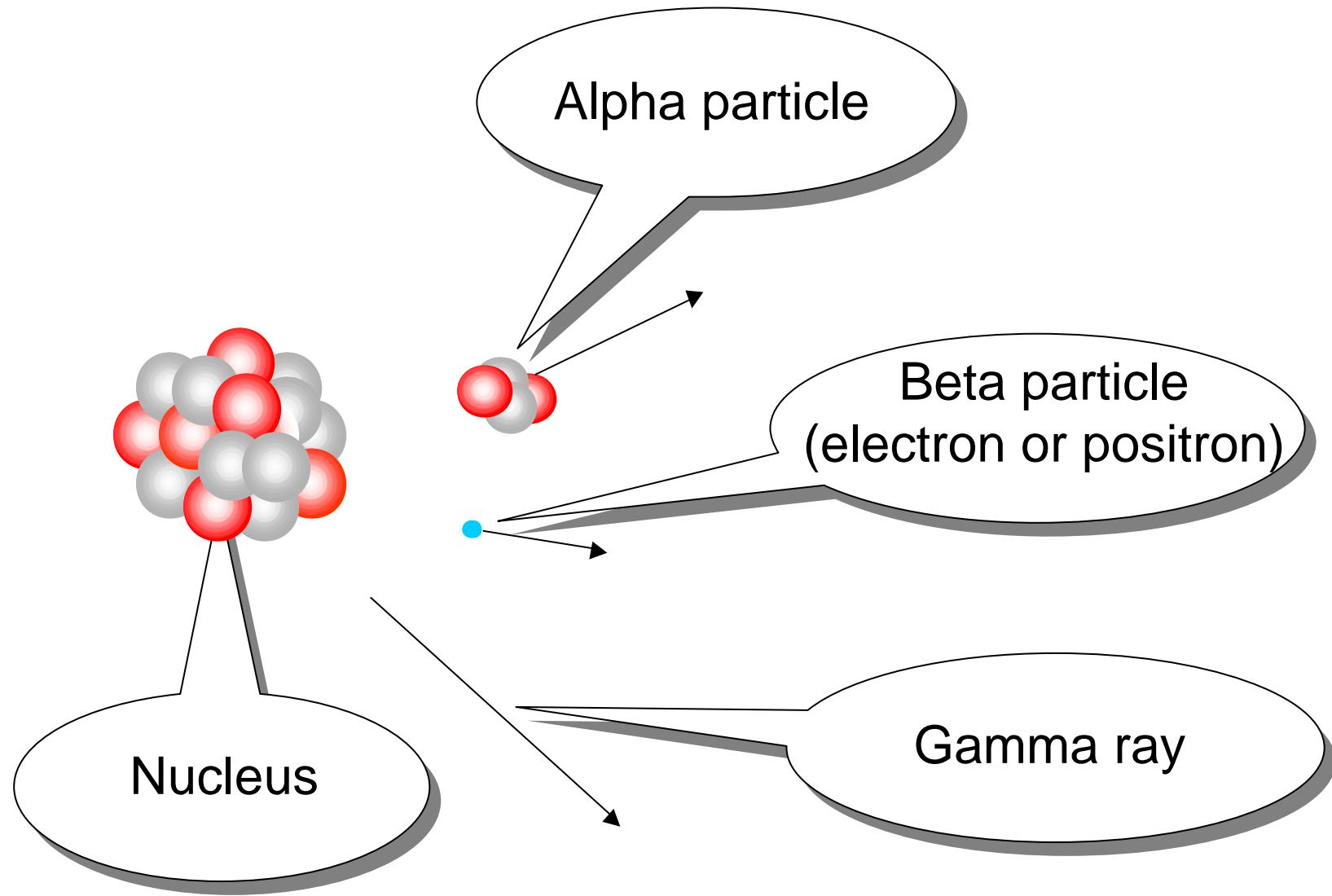
Energy in eV (electron volt)



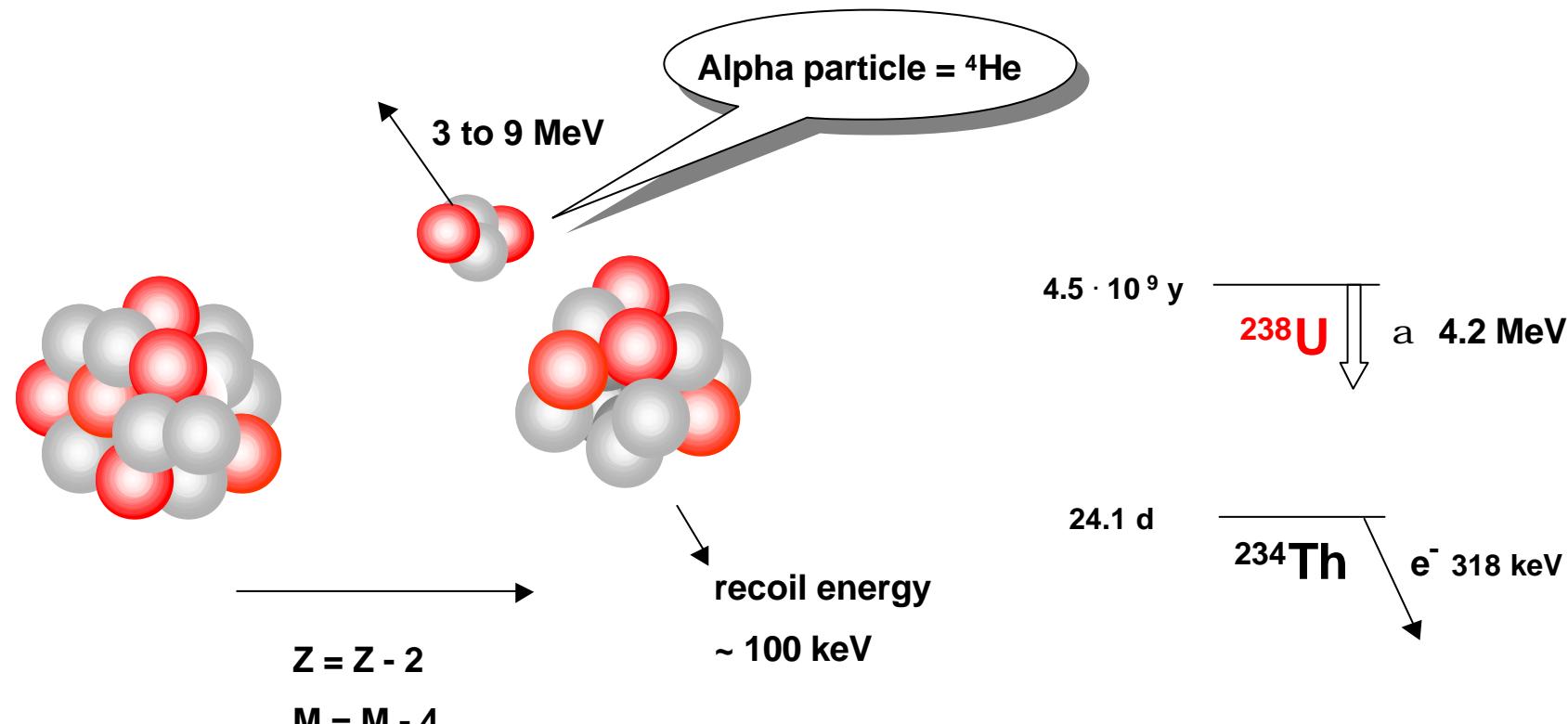
Radioactive decay

historical reason for the names



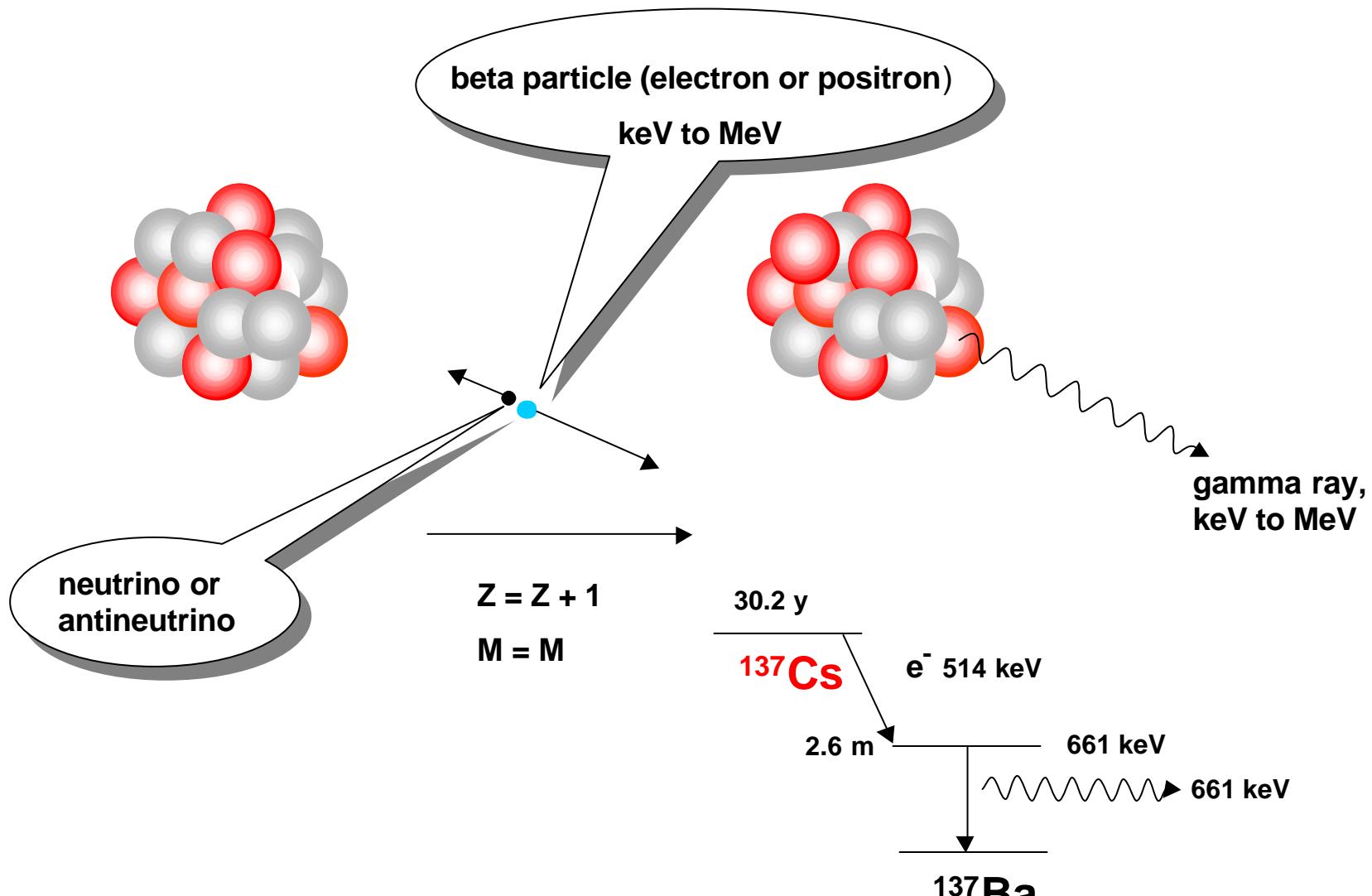


Alpha decay



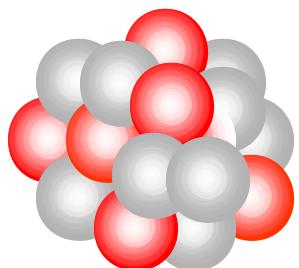
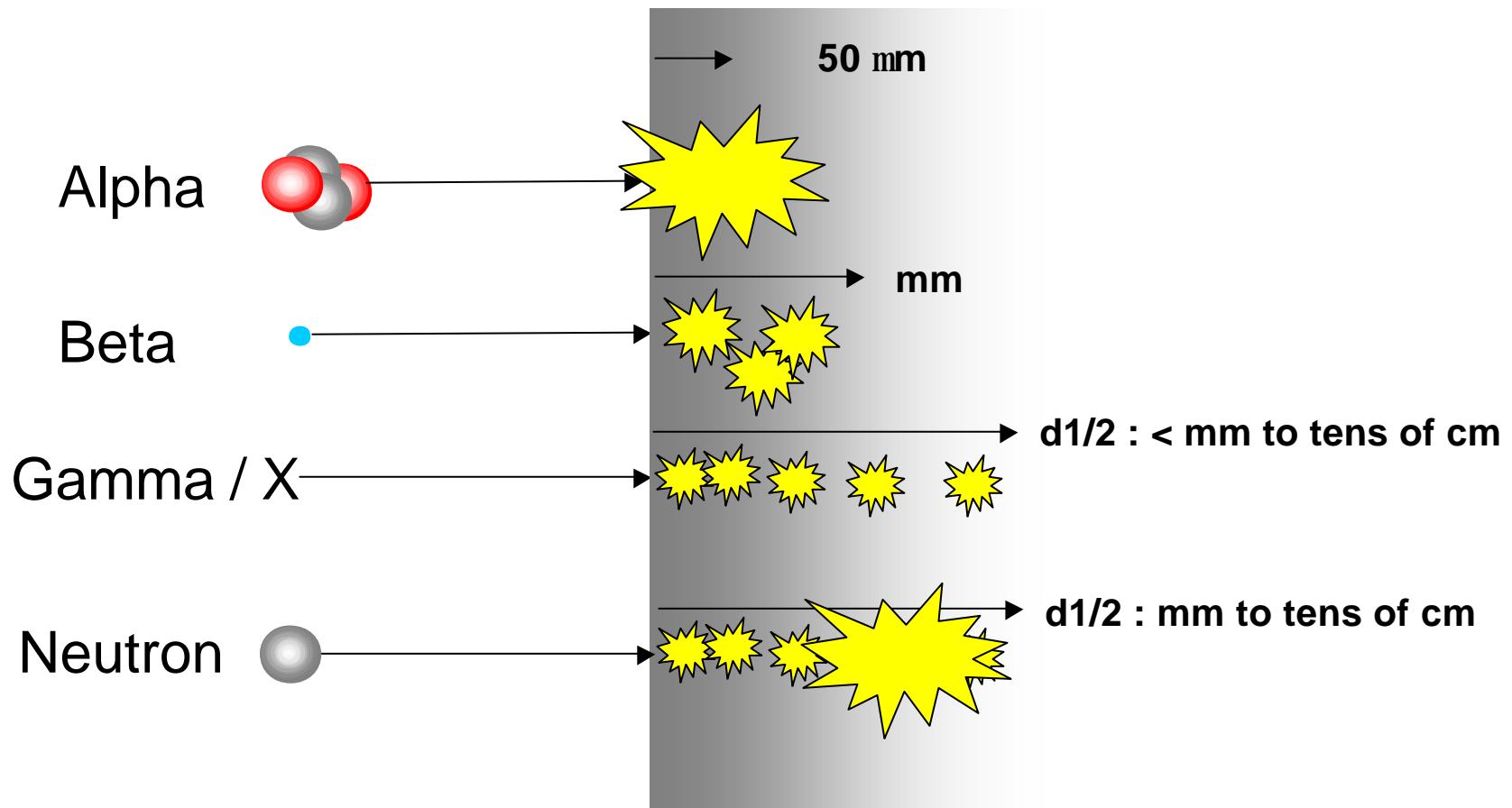
z = atomic number = number of protons

Beta decay



beta without gamma : ^3H , ^{14}C , ^{90}Sr

Interaction with matter

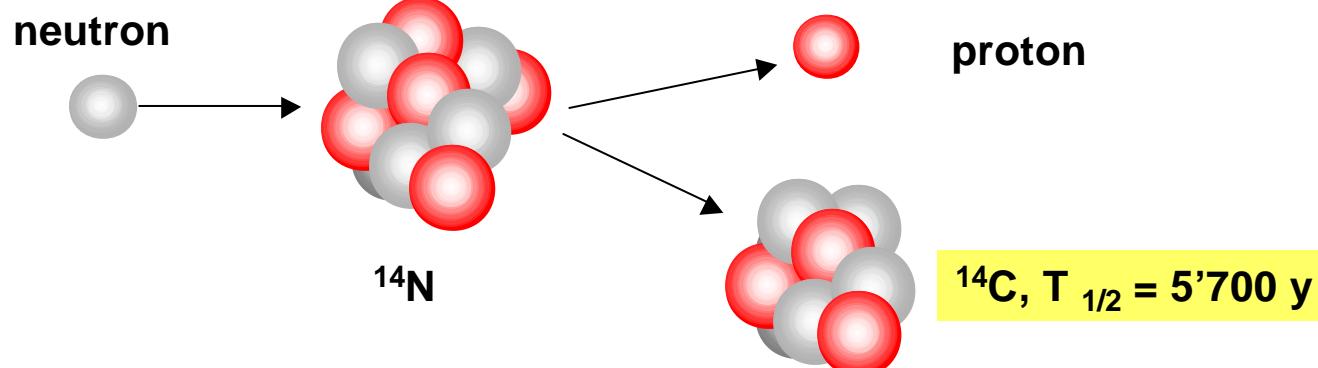
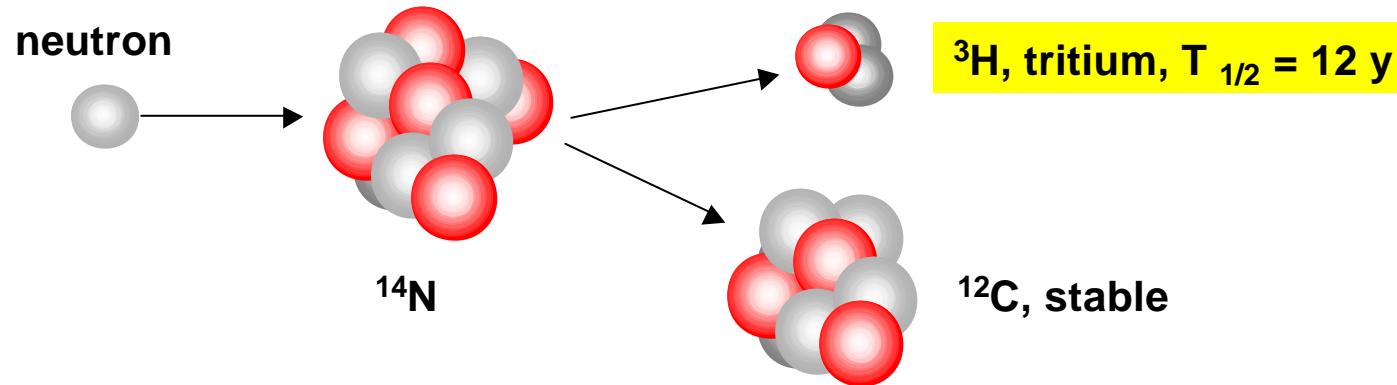
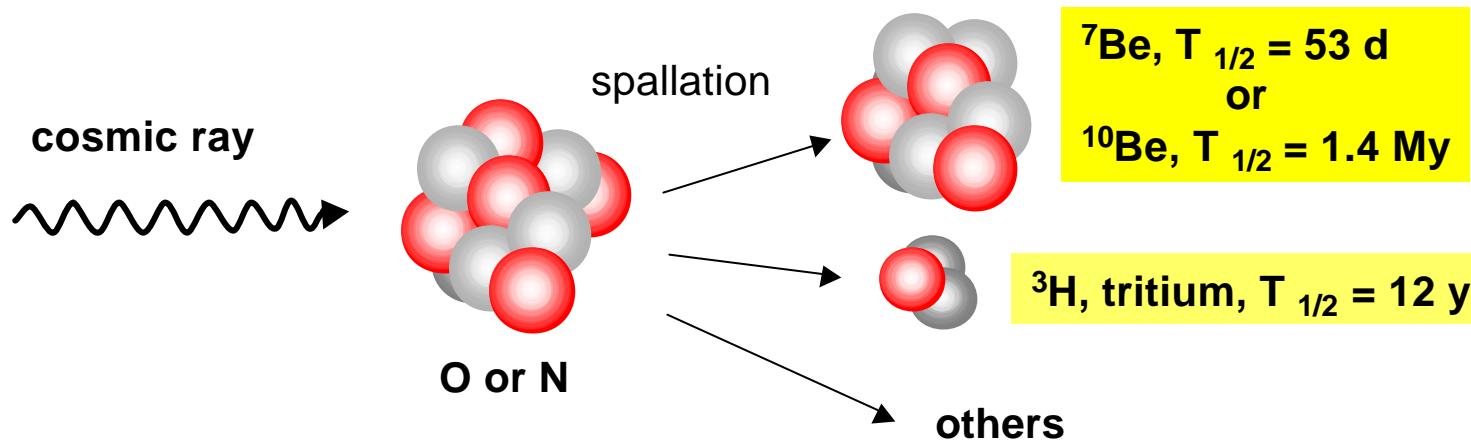


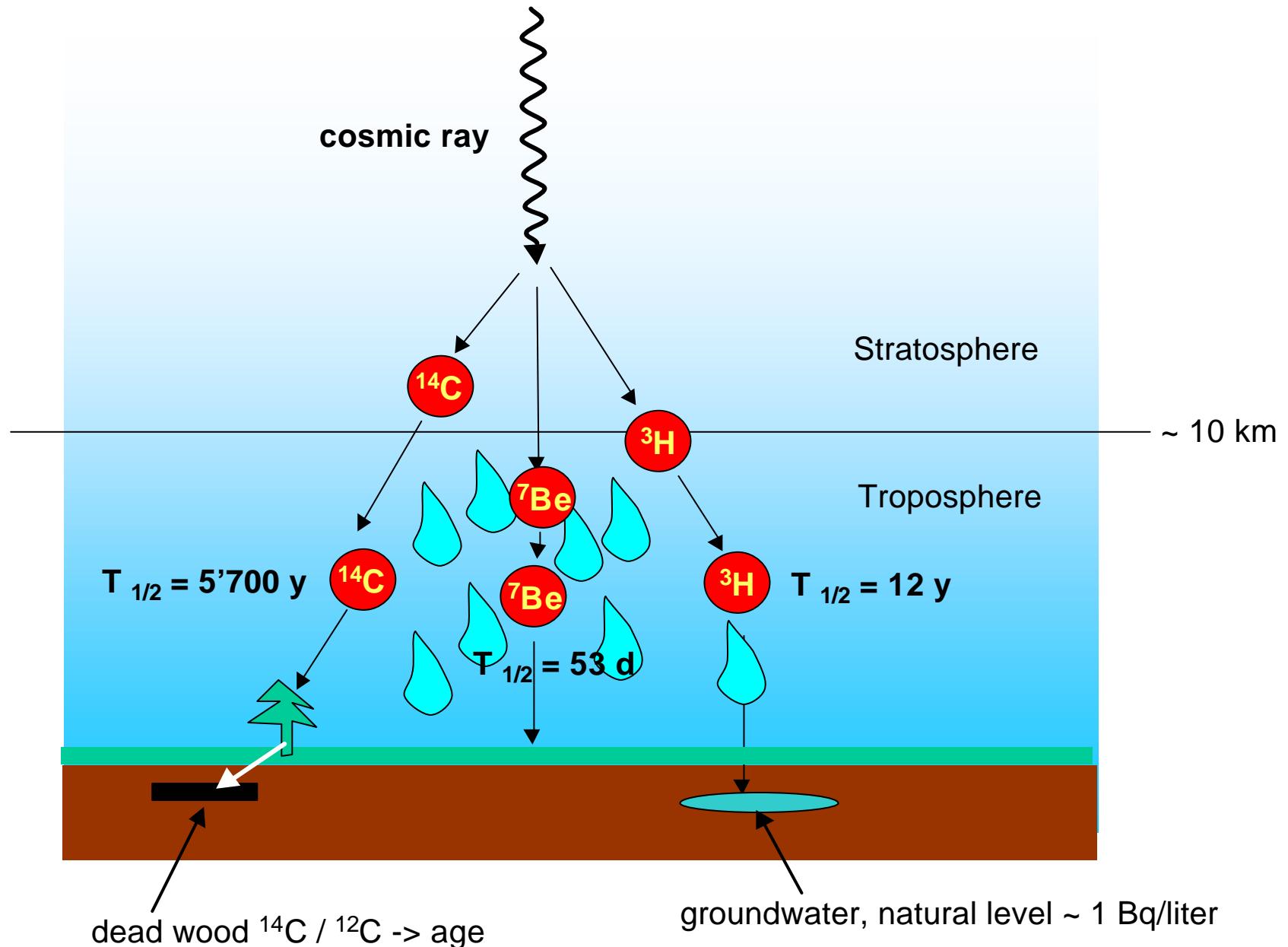
Radionuclide
1 Becquerel (Bq) =
1 decay / s

Dose
Sievert (Sv)
(Swiss mean : 3 mSv/y)

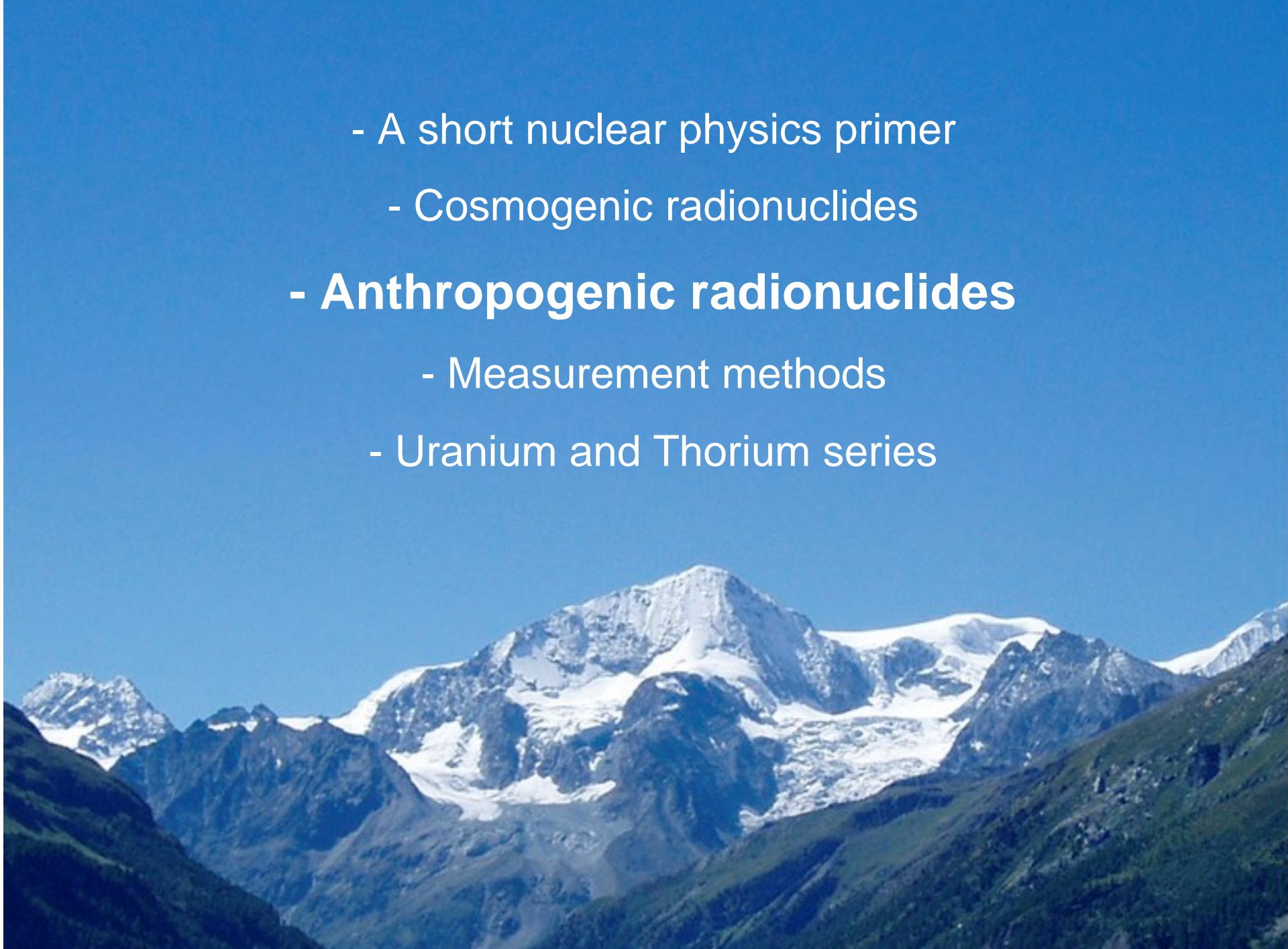
- A short nuclear physics primer
- **Cosmogenic radionuclides**
 - Anthropogenic radionuclides
 - Measurement methods
 - Uranium and Thorium series





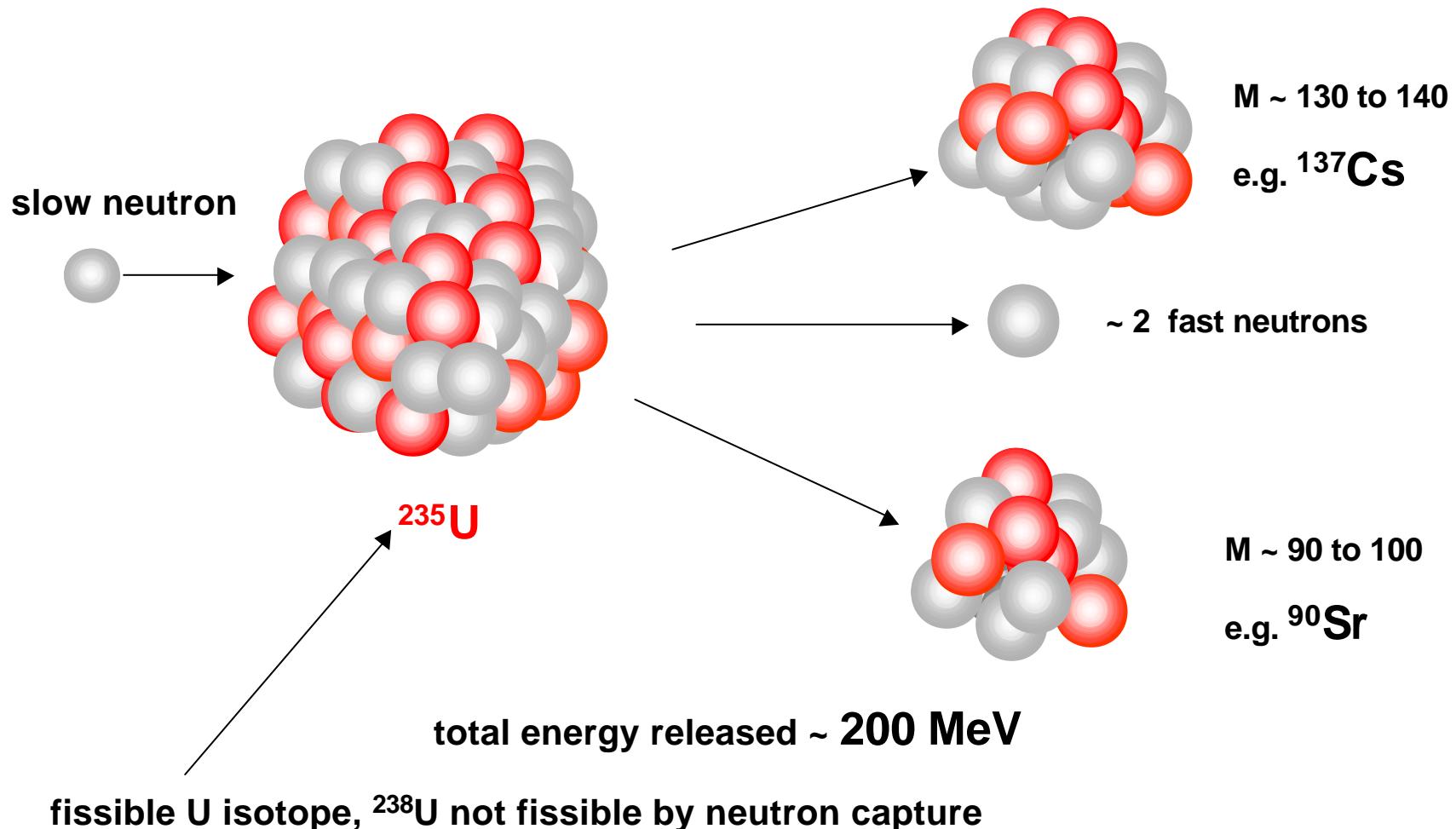


- A short nuclear physics primer
 - Cosmogenic radionuclides
- **Anthropogenic radionuclides**
 - Measurement methods
 - Uranium and Thorium series



Slow neutron induced fission

capture probability >> for slow neutrons than for fast neutrons
--> moderator needed for chain reaction



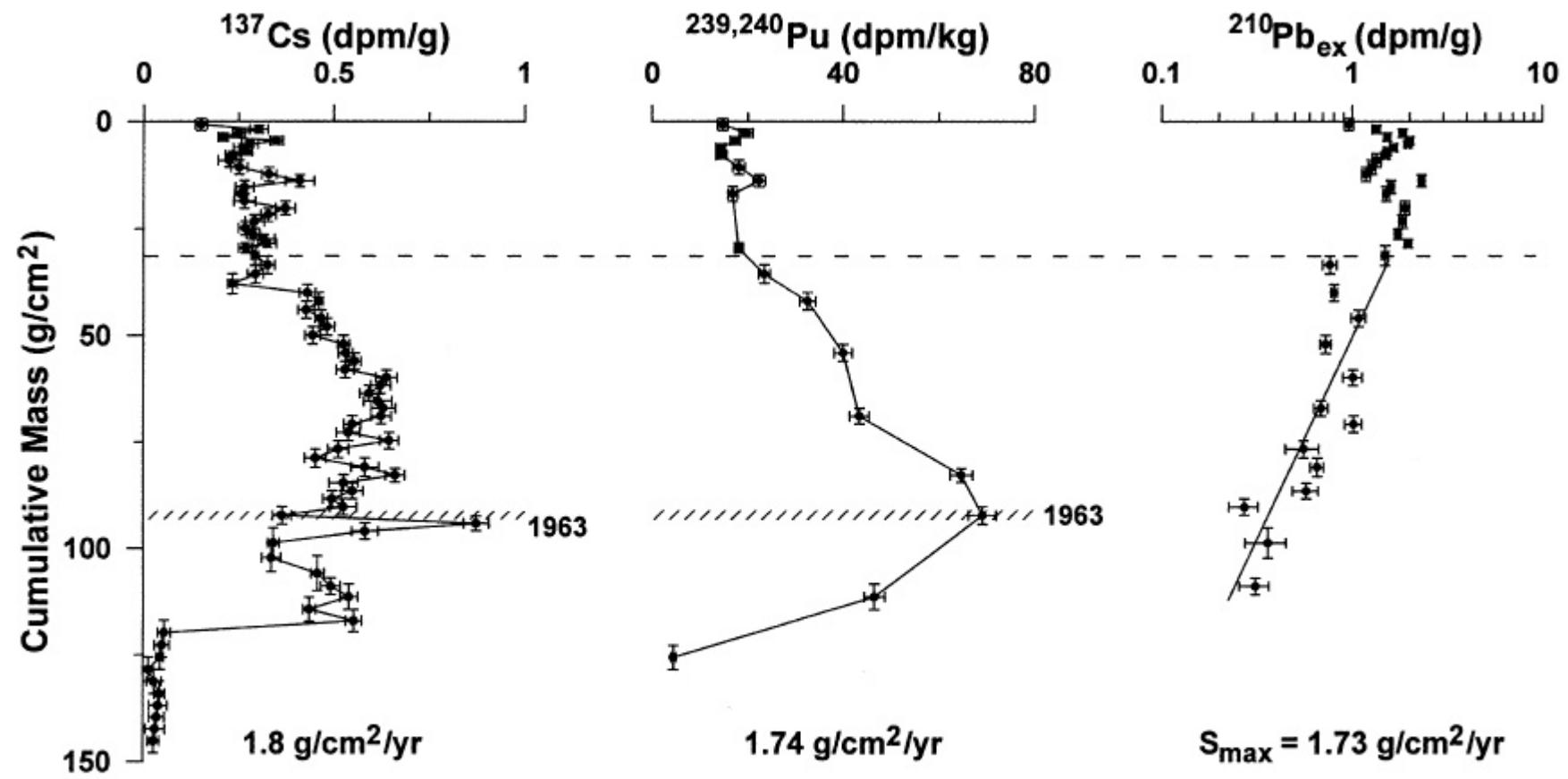
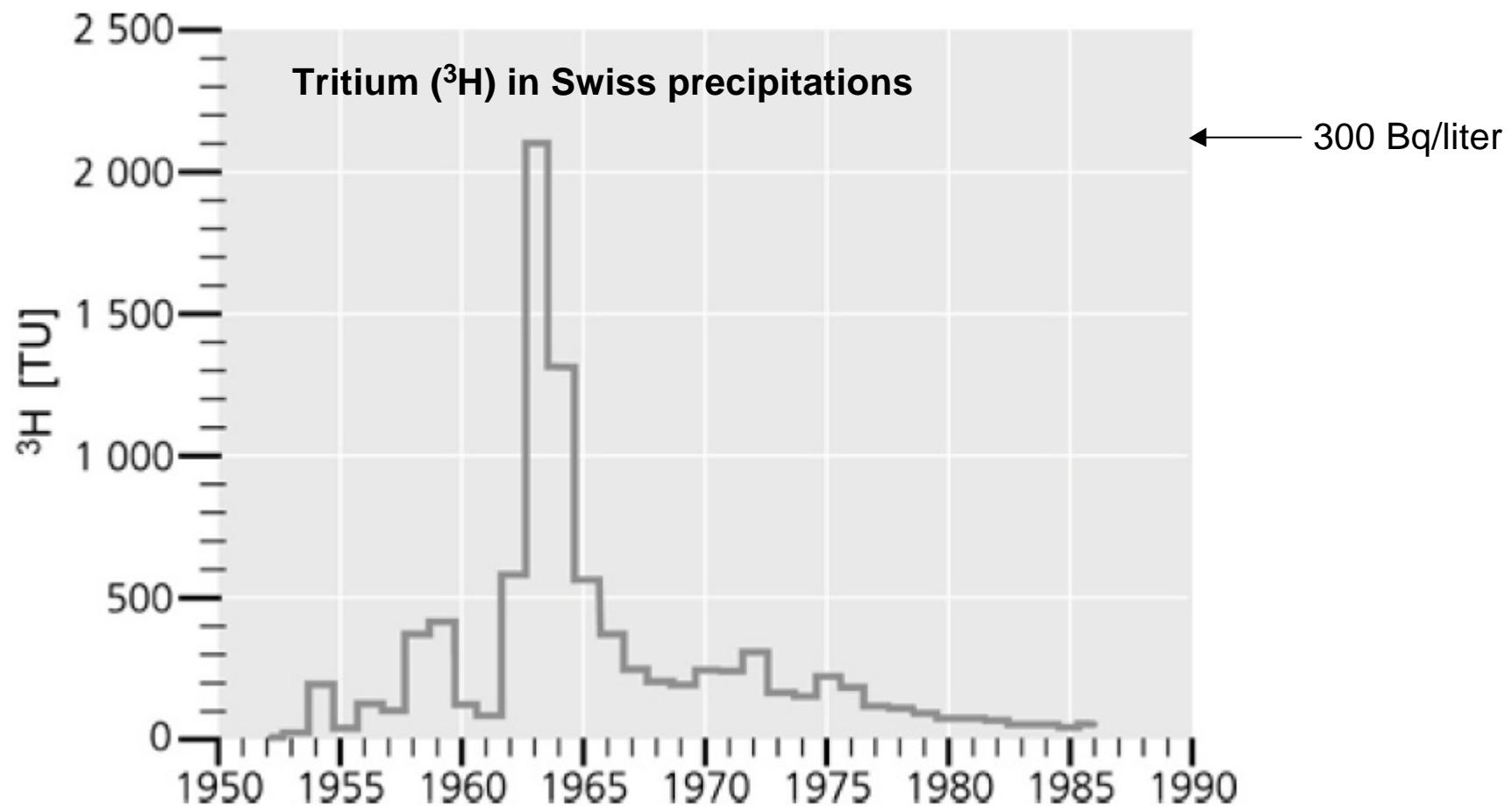


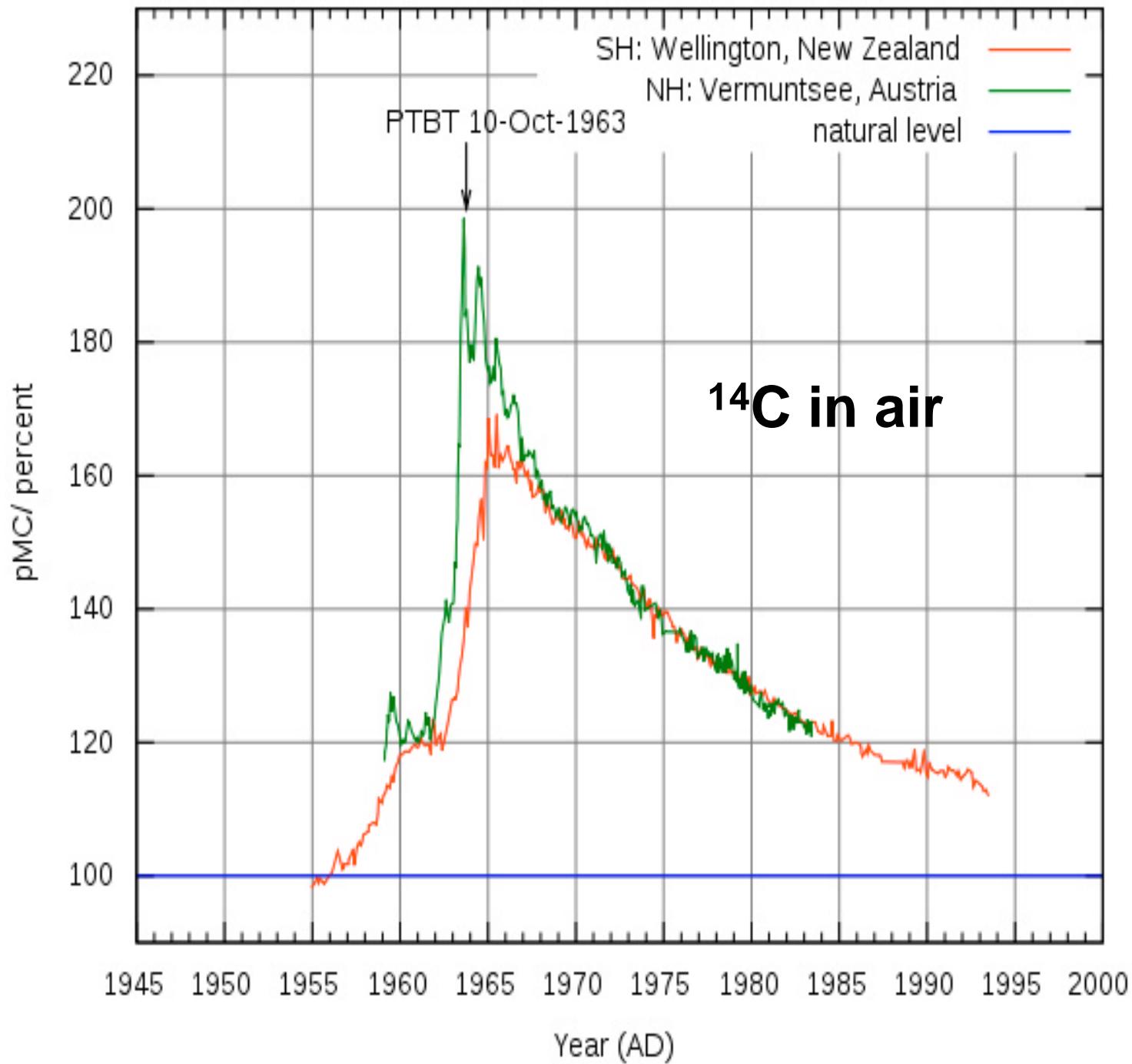
Fig. 2. Profiles of ^{210}Pb , ^{137}Cs and $^{239,240}\text{Pu}$ in core OR499-16 showing good agreement between the derived sedimentation rates. The horizontal dashed line mark the mixed layer depth, while the hatched lines on the Pu and ^{137}Cs plots represent the time horizon circa 1963 deduced from ^{210}Pb -based sedimentation rate.

Abb. 1.9 >³H-Aktivität im Niederschlag der Schweiz

Fast die gesamte ³H-Menge ist den Atombombenversuchen zuzuschreiben.



Nach Pearson et al. 1991



Contaminated Imports

Finds of Radioactive Steel on the Rise in Germany

By Christian Schwägerl

German authorities in recent months have found a disturbingly large amount of radioactive steel in factories across the country. Much of the contaminated metal is thought to have originated in India.

There was little to distinguish the delivery that stood ready for loading in the Port of Hamburg on Aug. 19 of last year. A container filled with bars of stainless steel from India was to be shipped on to Russia. Just another shipment. There didn't seem to be anything out of place.



AFP

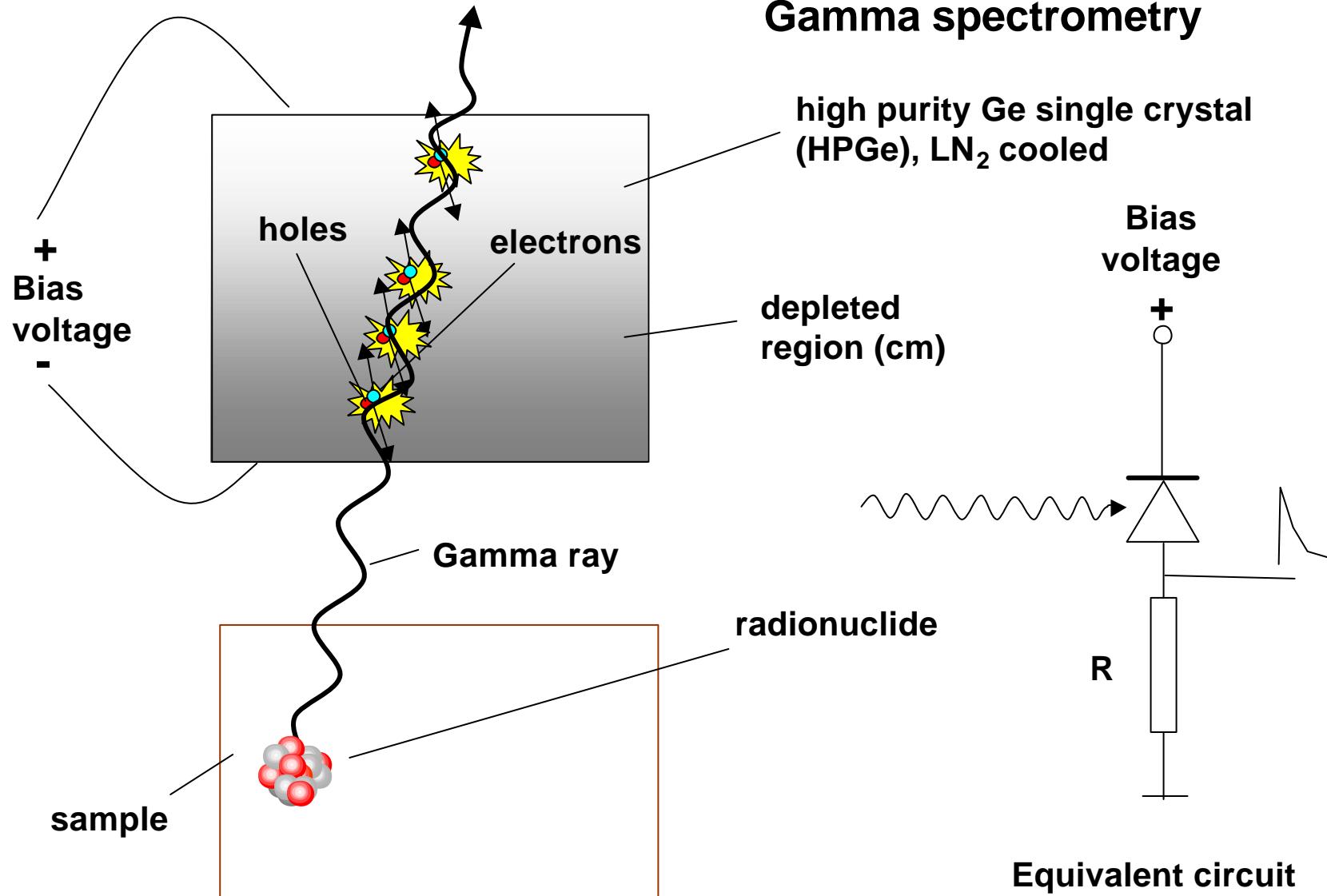
More and more radioactive steel, much of it from India, has been discovered in Germany in recent months.

Der Spiegel, 2009

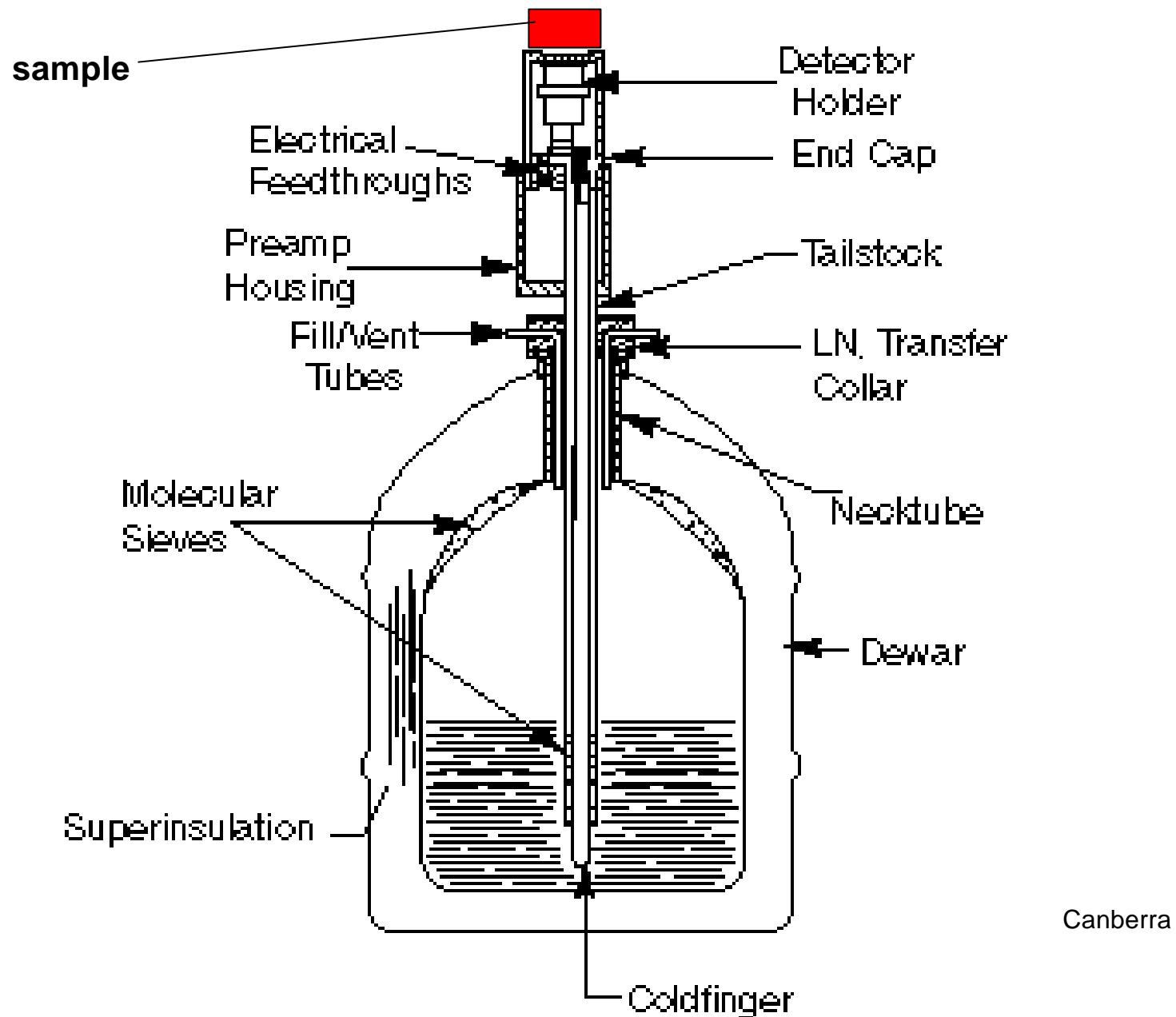
- A short nuclear physics primer
 - Cosmogenic radionuclides
 - Anthropogenic radionuclides
- **Measurement methods**
 - Uranium and Thorium series

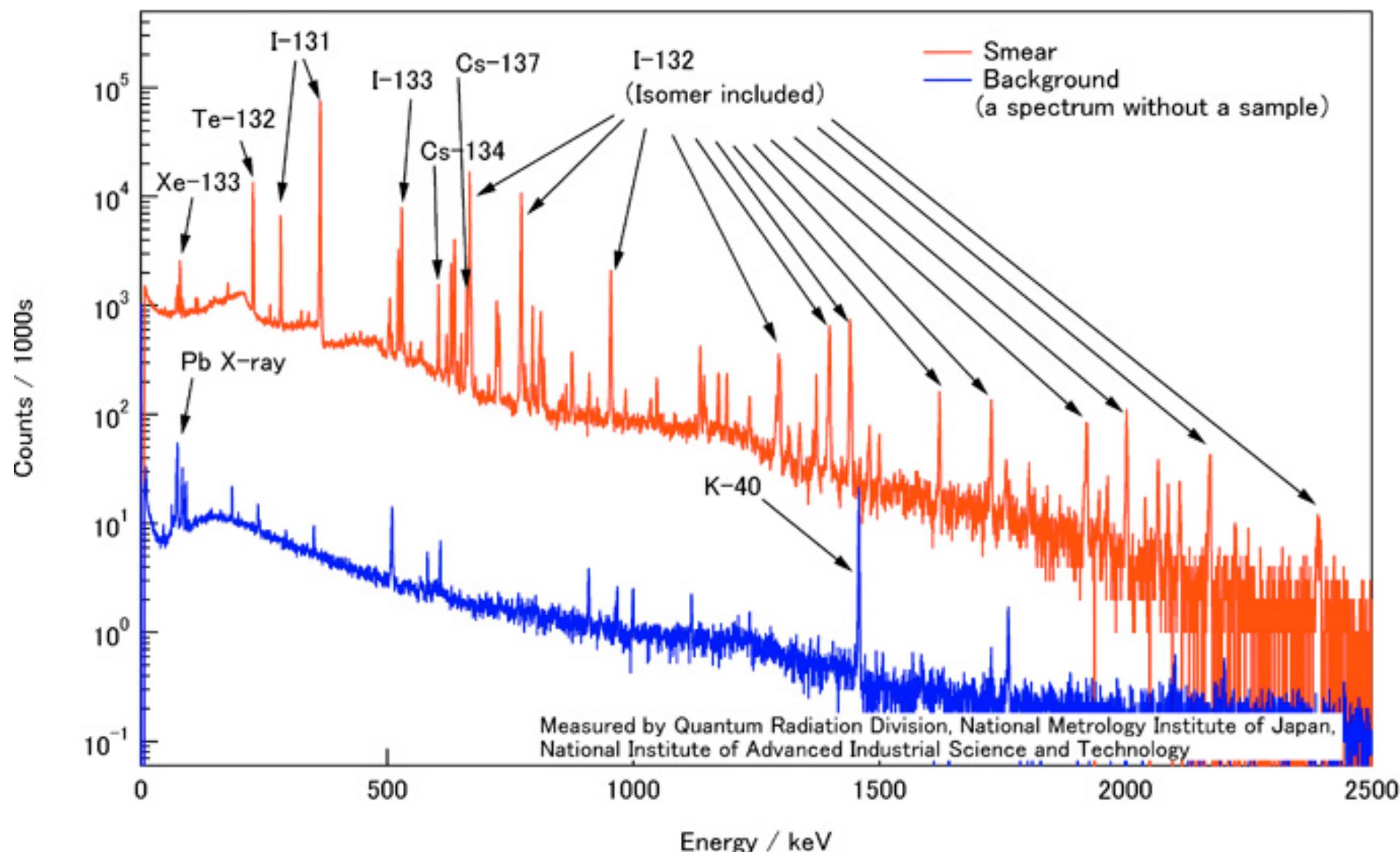


How to detect gamma rays



How to detect gamma rays

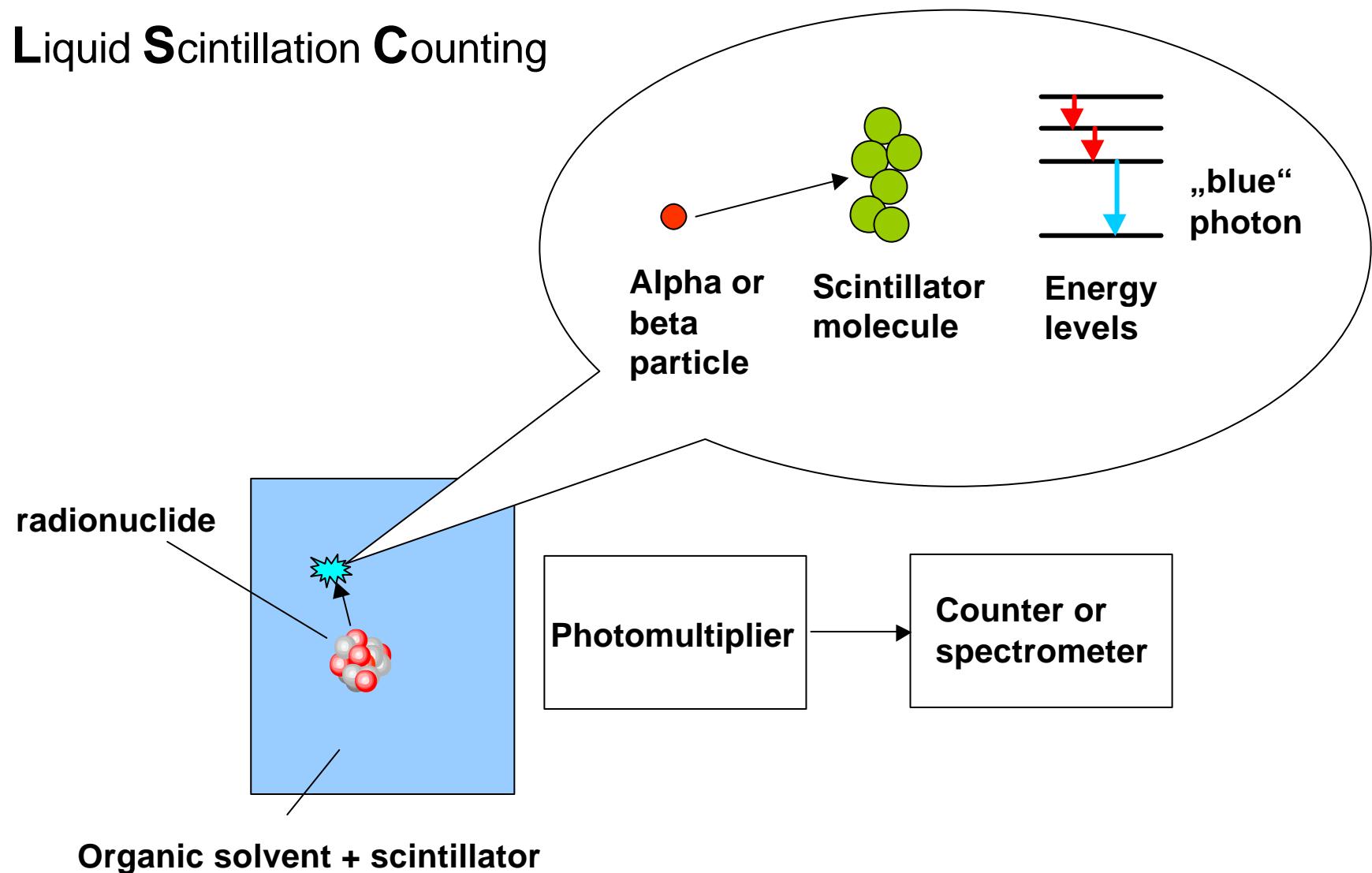


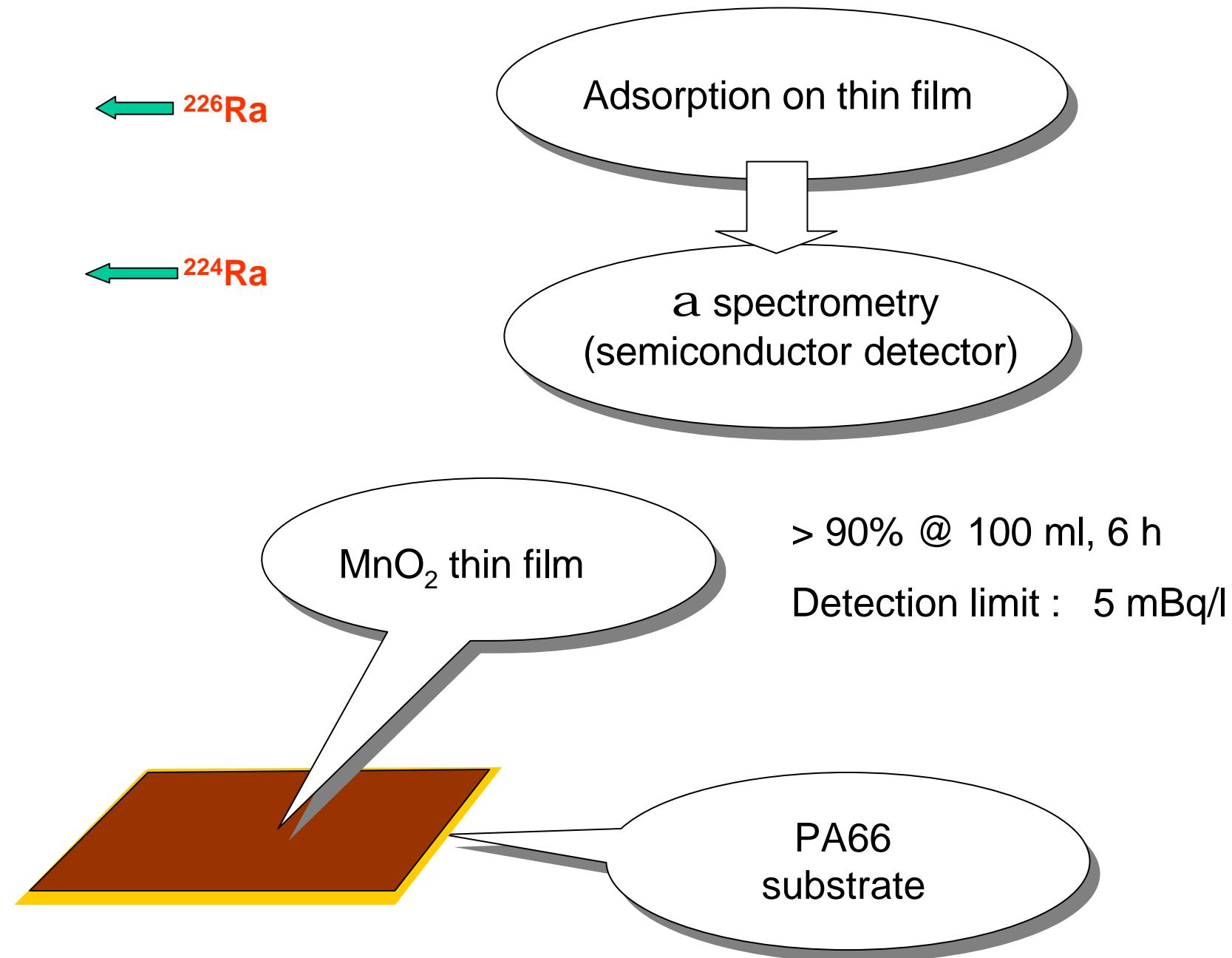


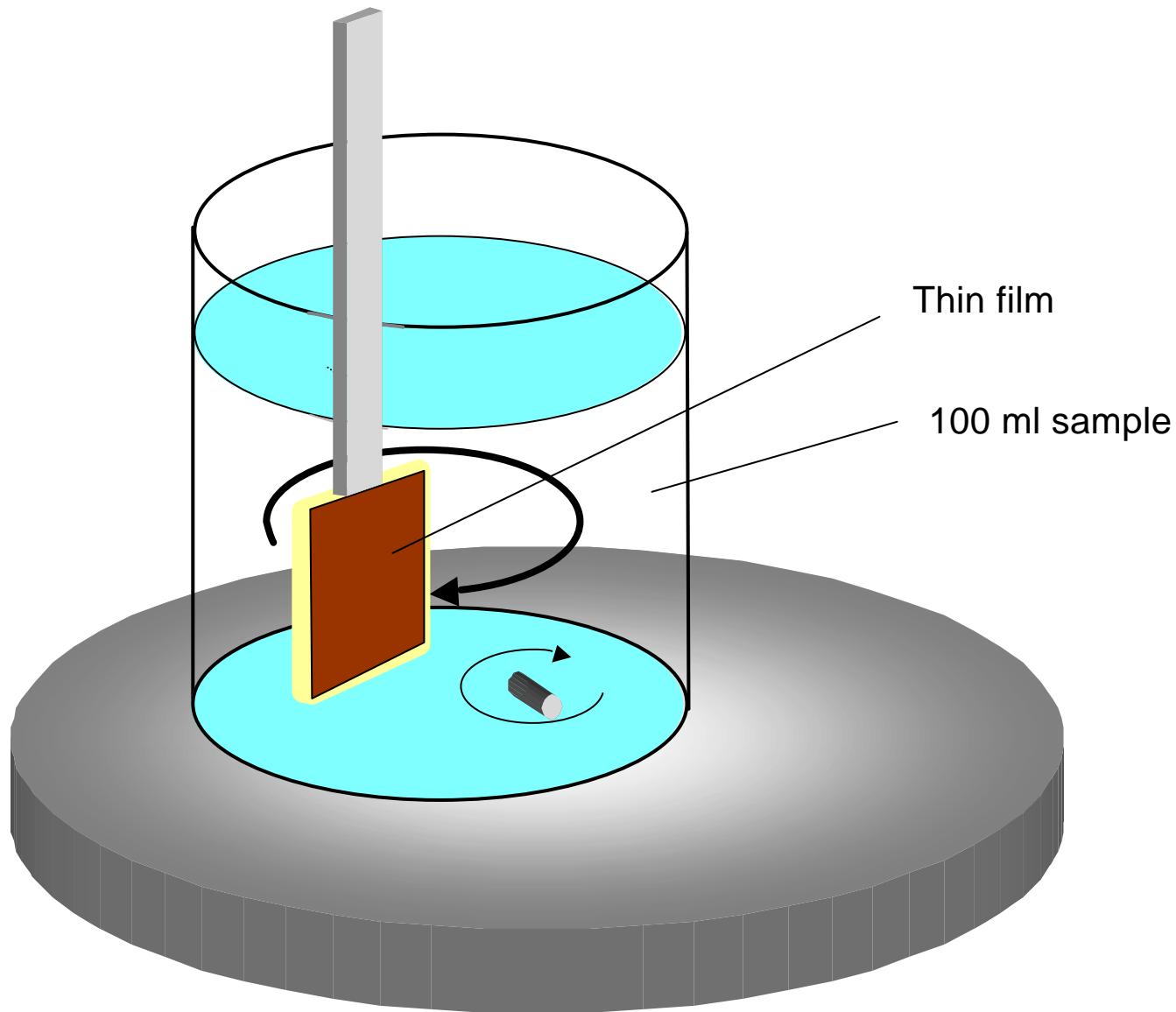
Gamma spectrum from the fallout sample smeared on the vinyl sheet on the ground (red) at 9:30 March 15, 2011, and the background (blue). Sample taken on AIST Tsukuba site , close to Tokio.

source : AIST homepage

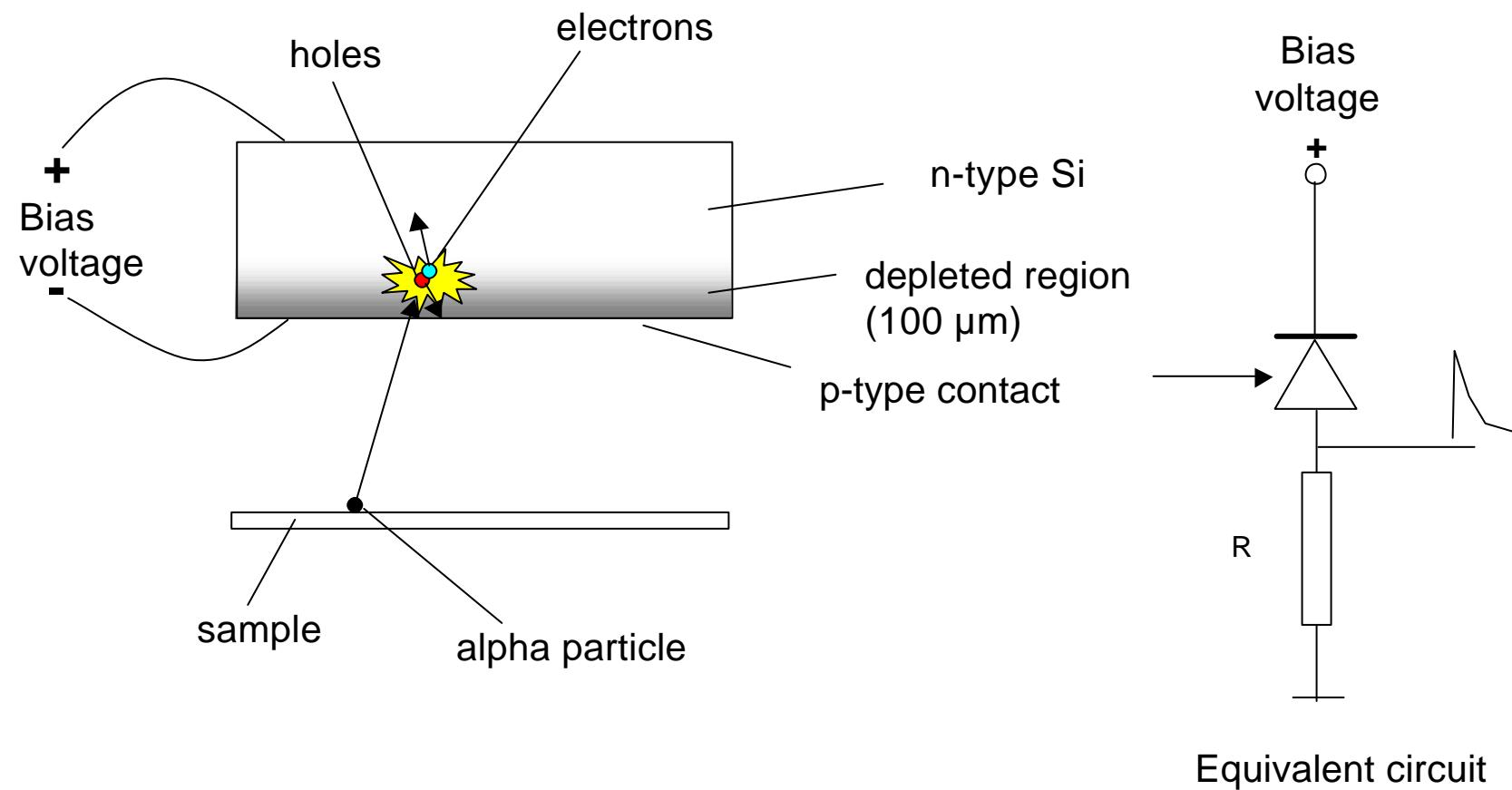
Liquid Scintillation Counting



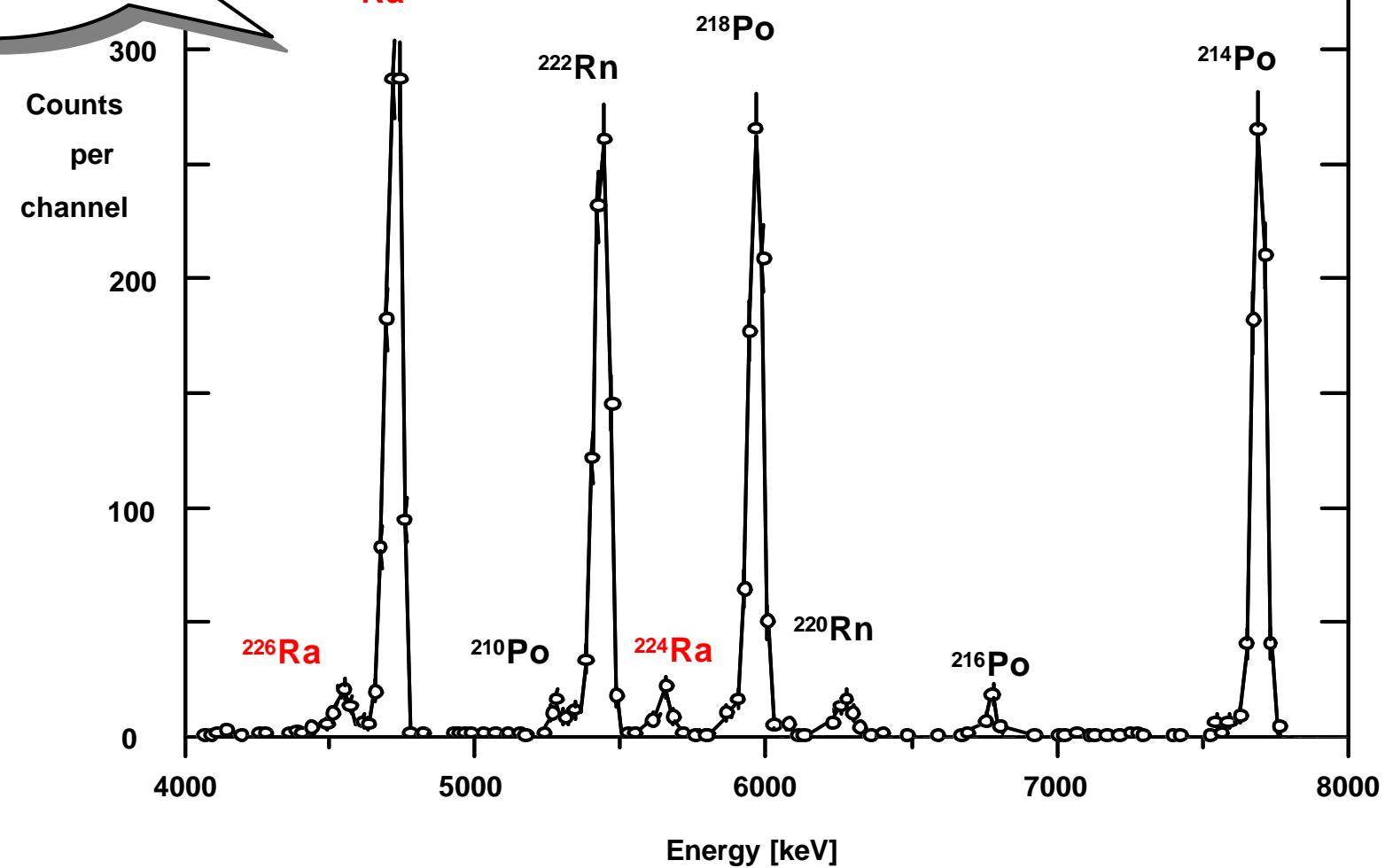


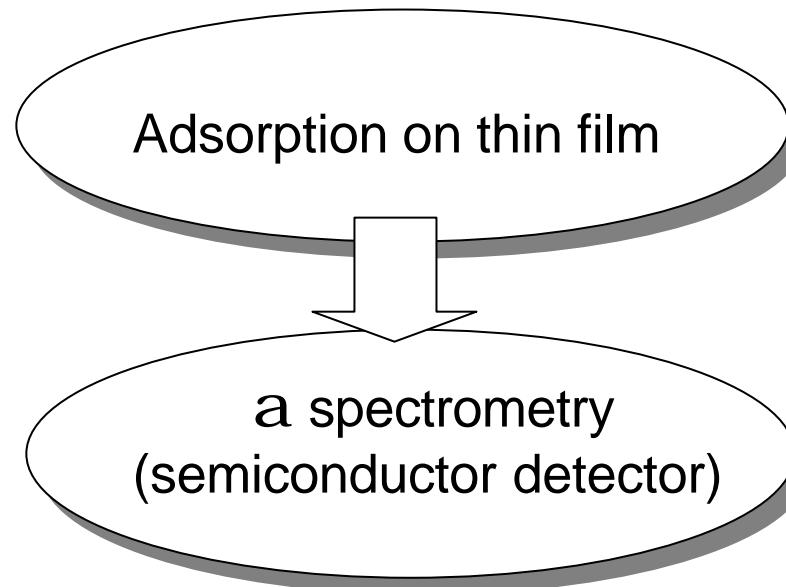
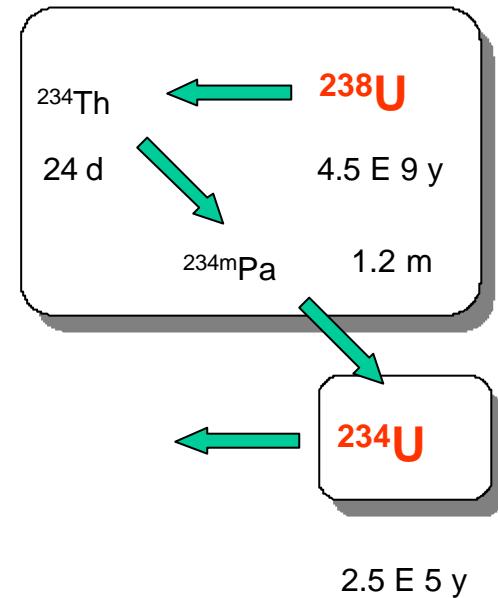


Alpha spectrometry



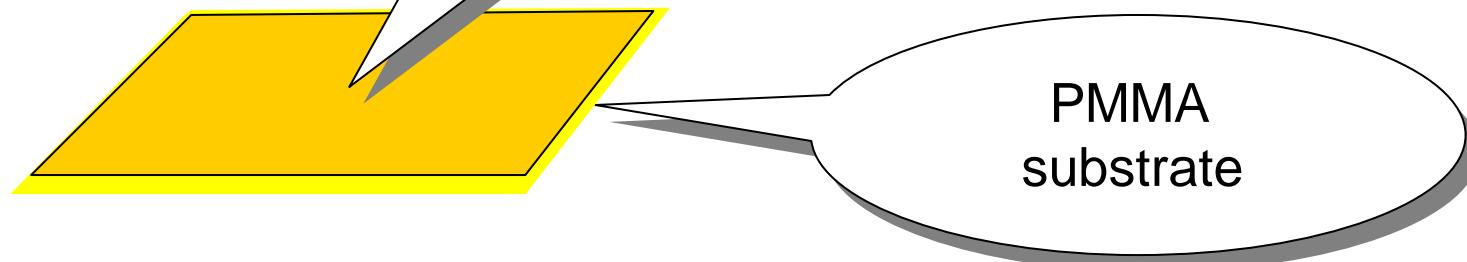
Mineral water
PEDRAS
vintage 1996

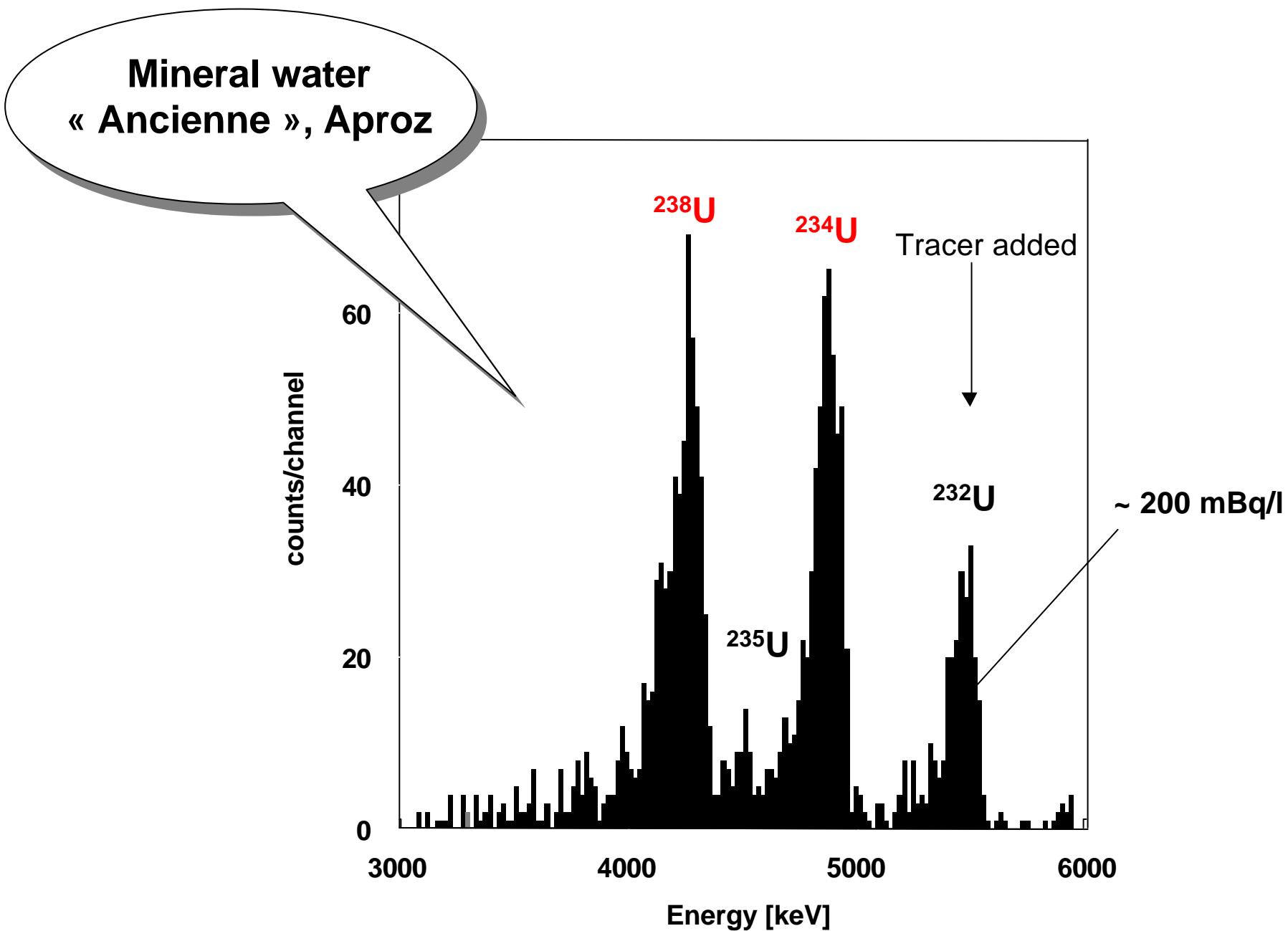




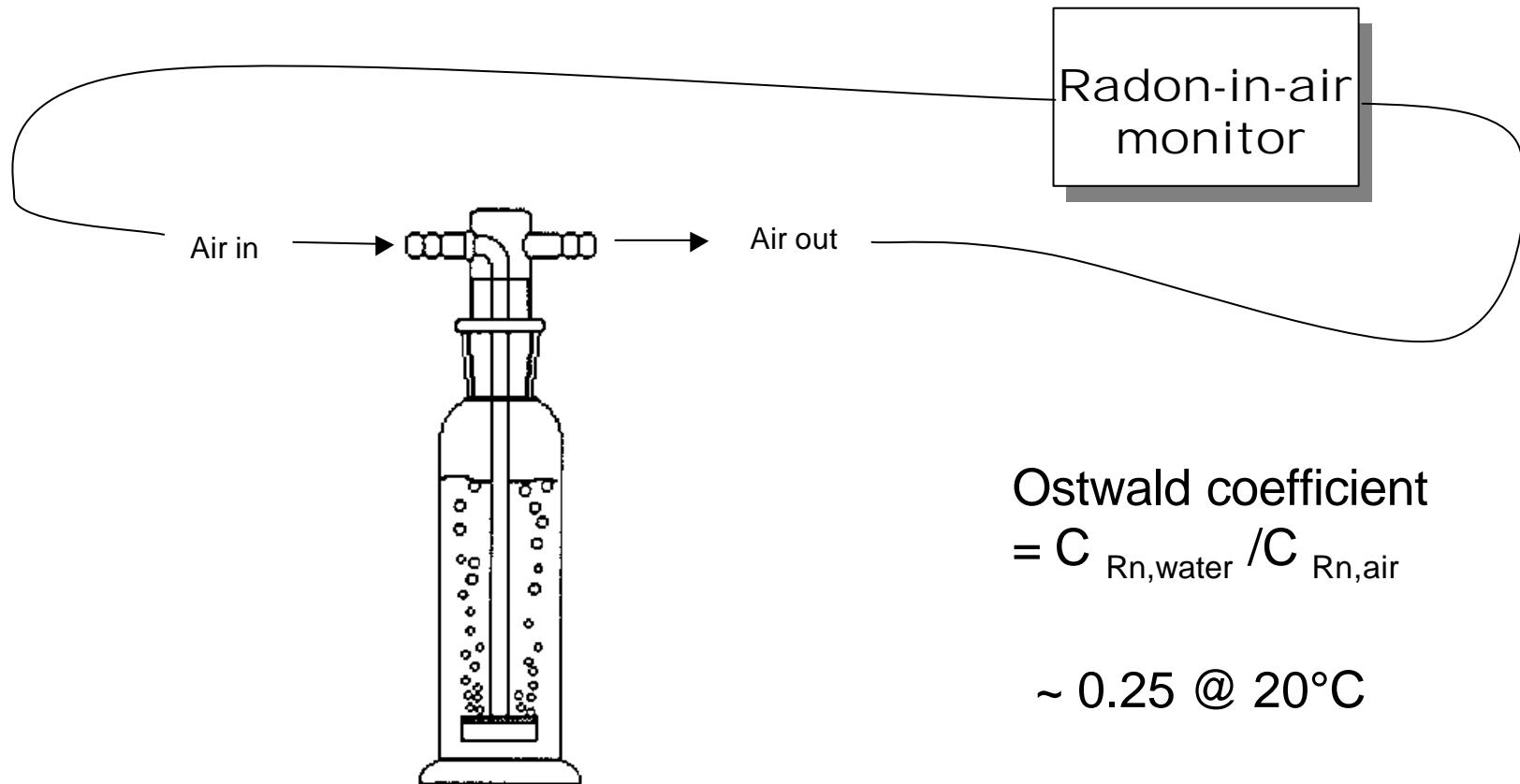
Ion exchange resin
(μm), Diphonix

> 80% @ 100 ml, 20 h
Detection limit : 5 mBq/l





Radon in water measurement by the “bubbler method”, batch measurement

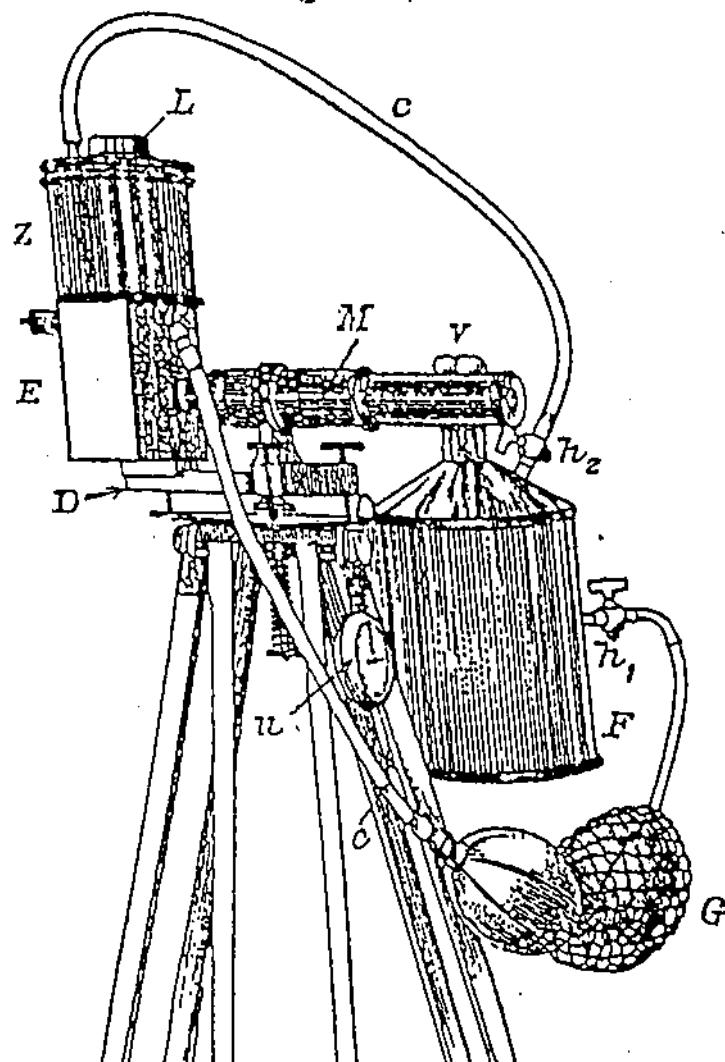


$$\text{Ostwald coefficient} = C_{\text{Rn,water}} / C_{\text{Rn,air}}$$

~ 0.25 @ 20°C

A.Gockel 1914

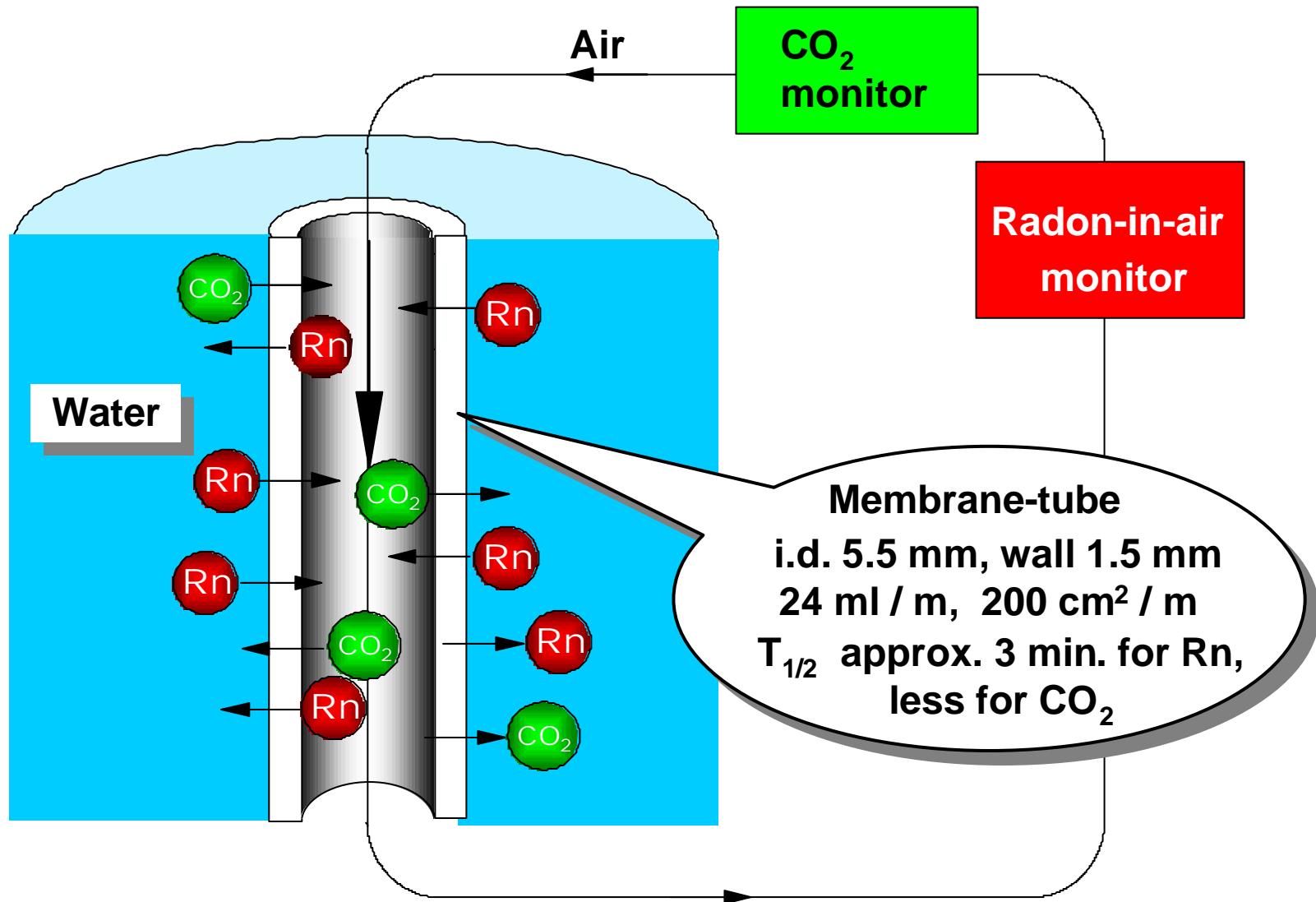
Fig. 9.



**Radon in water
measurement by the
“bubbler method”,
batch measurement**

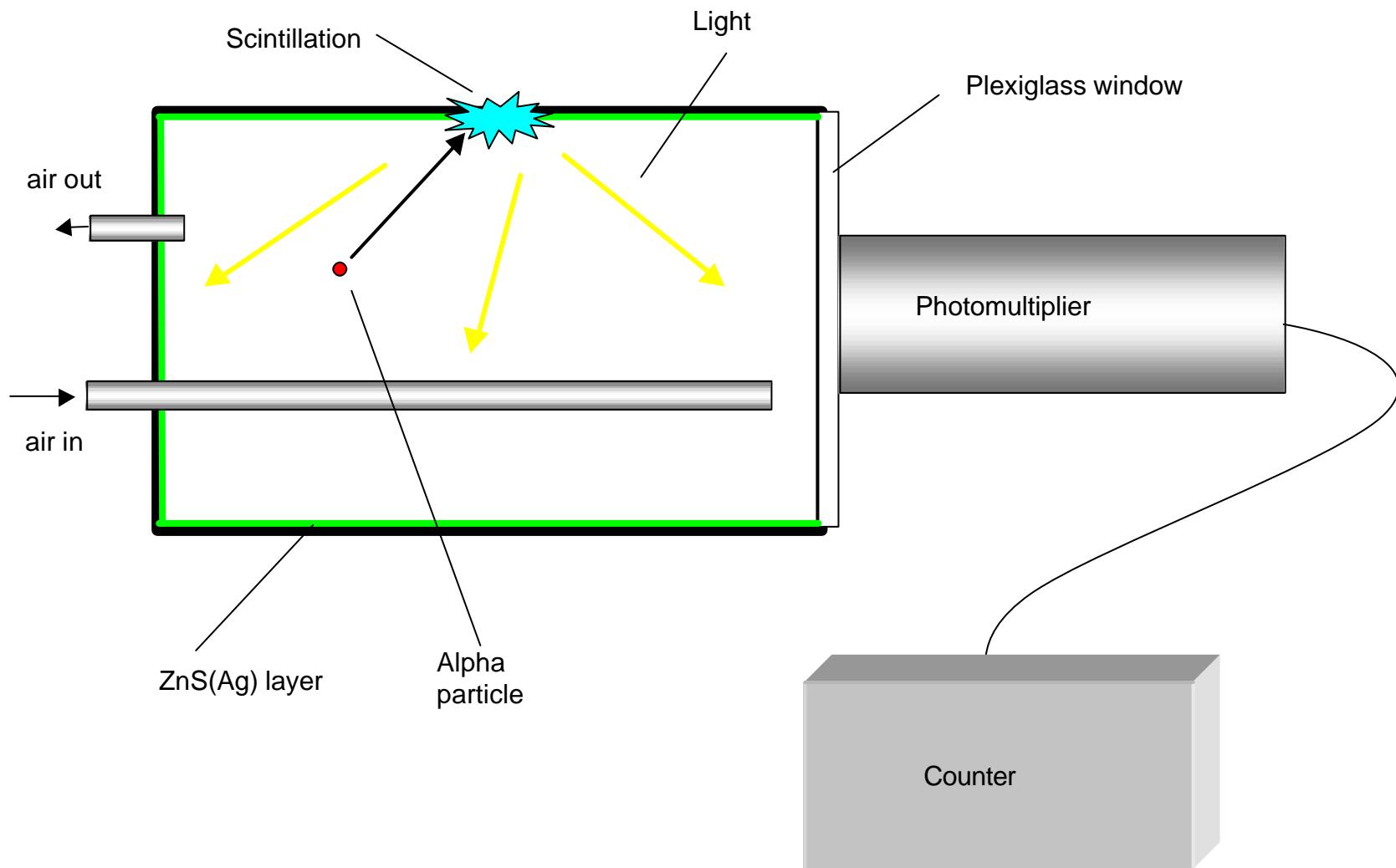
Metalldreifuß D mit Elektrometer E und Ablesemikroskop M. Schüttelflasche F mit Hähnen h_1 und h_2 und Vorschluß v. Gummigefäß G, Schlüssel c. Zerstreuungsgefäß Z mit Libelle L und Ladestift l. Sekundenuhr u.

Continuous Radon-in-water measurement



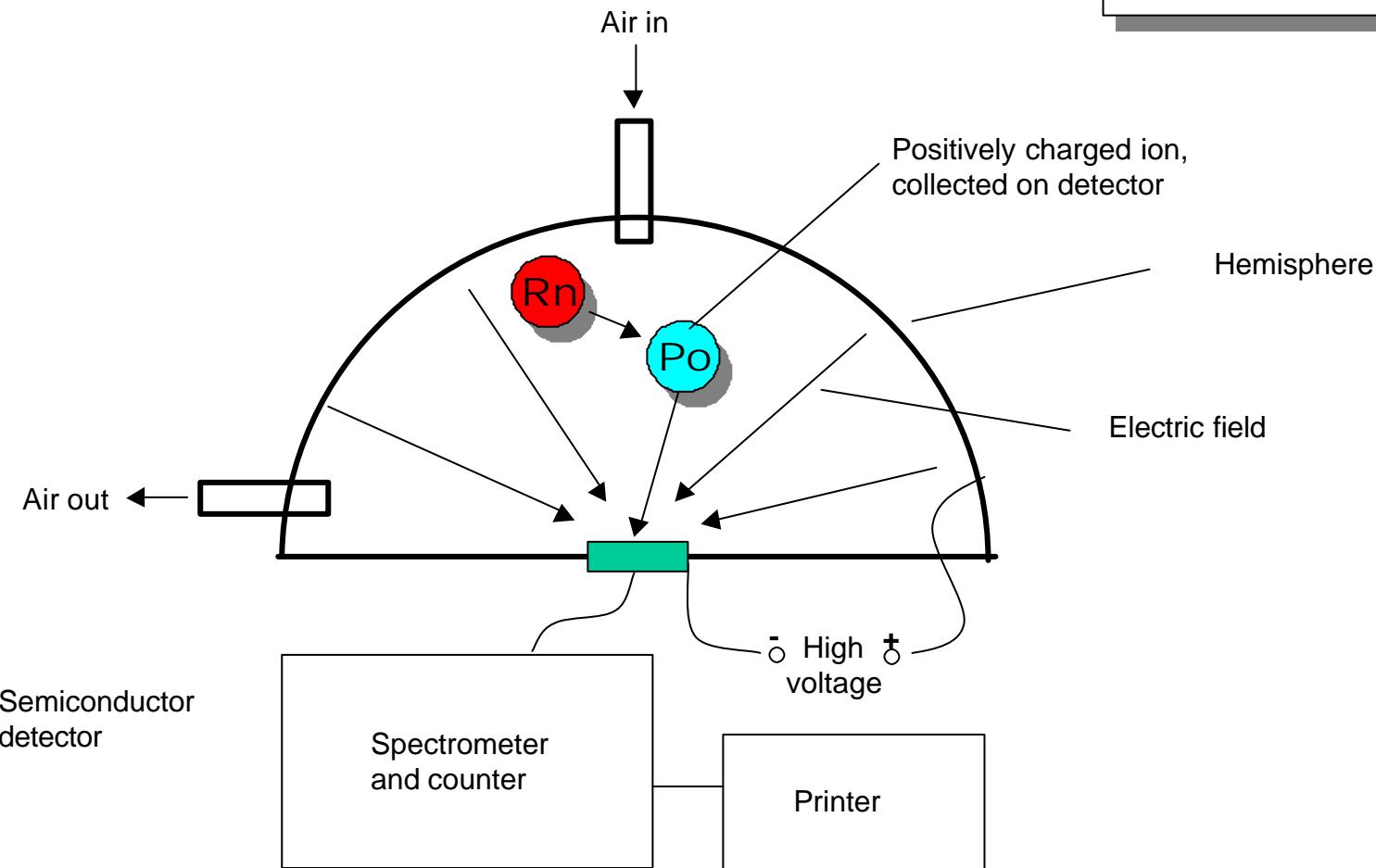
Lucas cell

Radon-in-air monitor



Semiconductor detector (RAD 7)

Radon-in-air
monitor



- A short nuclear physics primer
 - Cosmogenic radionuclides
 - Anthropogenic radionuclides
 - Measurement methods
- Uranium and Thorium series**



Diät-Speisehaus

für vegetarische Kost und Rohkost

Reichenberg

Wicherstrasse 14, im Unionhaus.



Unter Zusatz von St. Joachimstaler Radiumwasser.

Prämiert mit der goldenen Ausstellungsmedaille.

RADI-EAU



INDICATION

Indiquée dans tous les cas de convalescence, d'épuisement nerveux et physique, rhumatismes, hypertension, troubles du métabolisme, maladies des reins et des voies biliaires.



SOURCE RADIOACTIVE DE FINHAUT (Valais)

Saturée d'acide carbonique

Eau de cure. Eau de table très douce, minéralisation minimale 30 mgr. par litre, de digestibilité parfaite, possédant une radioactivité exceptionnelle.

Analyse déposée au Laboratoire
Cantonal à Sion

Radonquelle Disentis
Starkste radio-aktive Quelle der Schweiz
Neuflassung 1952
Bauherr:
R. Tuor, Hotel Disentiserhof
Bauleitung:
Techn. Büro Kuratlie & Würmli, Chur
Unternehmer:
Ed. Delgrossos & Söhne, Baug., Disentis
Montearbeiten:
Th. Kondes, Instal. Disentis

^{222}Rn :
650 Bq/l

Toxic uranium in mineral water

Gesundheitstipp Juni 2006

Mineralwasser im Verkaufsregal: Hersteller könnten Uran herausfiltern

Giftiges Uran im Mineralwasser

Stichprobe des Gesundheitstipp: Nur in 2 von 24 Mineralwässern ist das Schwermetall nicht nachweisbar

Uran ist hochgiftig und kann Lunge, Leber und Nieren schädigen. Bei vielen Mineralwässern ist die Konzentration bedenklich hoch. Ein Hersteller zeigt sich «schockiert», die meisten sehen keinen Handlungsbedarf.

Wasser trinken fördert das Wohlbefinden und die Gesundheit, heisst es vollmundig auf der Internetseite des «Zürcher Minerals». Das treidige Wasser, das vor allem in Szenedokalen erhablich ist, hat laut Eigenwerbung ausgezeichnete Mineralienwerte.

Was die Werbung nicht sagt: Zürcher Mineral enthält außerordentlich viel Uran. Fazit: 16 Mikrogramm pro Liter. Dies ergab eine

Messung im Rahmen einer Gesundheitstipp-Stichprobe.

Einer der besten Uran-Kenner ist der Deutsche Ewald Schnug. Als Professor für Pflanzenernährung und Bodenkunde in Braunschweig untersuchte er laufend Mineralwasser aus der ganzen Welt auf Uran.

Der Gesundheitstipp legte Schnug die Resultate der Stichprobe vor. Zum Zürcher Mineral meint der Fachmann: «15,9 Mikrogramm

sind ein extrem hoher Wert. Das würde ich nicht trinken.»

Uran ist ein giftiges Schwermetall, vergleichbar mit Blei oder Cadmium. Der Ursprung des Urans ist zwar natürlich. Besonders Granit enthält viel davon. Fließt das Mineralwasser durch das Gestein, löst es Uran heraus. Im Körper sammelt sich das Uran an und kann zu Schäden führen. Zudem ist es radioaktiv.

«Grenzwerte berücksichtigen Interessen der Industrie»

Bisher habe sich die Uran-Forschung fast nur auf die Radioaktivität konzentriert, so Schnug. «Doch Uran ist

hochgiftig. Dies wurde bisher zu wenig beachtet. Es kann Nieren, Lunge, Leber und Knochenmark schädigen.»

Auch die meisten anderen Mineralwässer enthalten Uran, zum Teil in bedenklichen Mengen: Perrier, San Pellegrino und die Migros-Marken Aproz, Aquella und M-Budget enthielten rund 7 Mikrogramme Uran pro Liter (siehe Tabelle). Zum Vergleich: Mit der festen Nahrung nimmt der Mensch pro Tag zwischen 2 und 4 Mikrogramm Uran auf. Trinkt also jemand zwei Liter Aproz pro Tag, so nimmt er zusätzlich das vier- bis siebenfache dieser Menge auf. «Über längere Zeit ist dies bedenklich», so Ewald Schnug. «Zumal es ja genügend Mineralwasser mit wenig oder nicht nachweisbarem Uran gäbe.»

Wasser mit weniger als 2 Mikrogramm Uran können man «gerade noch akzeptieren», sagt Schnug. So nehme man noch einmal so viel Uran zu sich wie mit der Nahrung.

2 Mikrogramm pro Liter – das war bis vor zwei Jahren auch der Richtwert der Welgesundheitsorganisation (WHO). Dann erhöhte sie ihn auf 15 Mikrogramm pro Liter – ein Schritt, der bis heute umstritten ist. Laut dem Schweizer Verband der Mineralquellen führen «unübersichtliche Einwendungen seitens der Wissenschaft» zur Anpassung. Kritiker weisen jedoch darauf hin, dass sich der höhere Richtwert keineswegs auf neue wissenschaftliche Daten stützt, sondern nur auf eine andere Berechnung.

Das Resultat: Mit einem Schlag erfüllen über 95 Prozent aller Mineralwässer weltweit den Richtwert. Ewald Schnug: «Grenzwerte berücksichtigen nicht nur die Interessen der Konsumenten, sondern auch jene der Industrie.»

«Ein einziges Uran-Atom kann Krebs erzeugen.»

Die Schweiz kennt keinen Grenzwert für Uran im Mineralwasser. In Deutschland gilt dagegen eine offizielle Empfehlung von höchstens 2 Mikrogramm pro Liter – zumindest für alle Wässer mit der Bezeichnung für die Zubereitung von Säuglingsahrung geeignet. In der Schweiz ist diese Bezeichnung nicht üblich.

Doch eigentlich, so die Meinung von Experten Schnug, sei bei einem radioaktiven Stoff wie Uran ein Grenzwert ohnehin sinnlos. Er erwecke den falschen Eindruck, dass Mengen, die darunter liegen, unbedenklich seien. «Dabei kann im Extremfall», so Schnug, «schon ein einziges Uran-Atom, das zerfällt, zu Krebs führen.»

So gesehen seien nur Wässer, in denen kein Uran nachweisbar sei, tatsächlich unbedenklich. In der Gesundheitstipp-Stichprobe waren dies Eptinger und Hildon. Das Problem: Der Konsumant weiß nicht, welches Mineralwasser wie viel Uran enthält. Deshalb fordert Schnug eine Deklarationspflicht für Uran.

Doch beim Bundesamt für Gesundheit (BAG) sieht man gegenwärtig keinen Handlungsbedarf, wie Vincent Dudler von der Abteilung Lebensmittelwissenschaft sagt. Man wisst noch zu wenig über die Giftigkeit von Uran in diesen Konzentrationen. Und wenn schon, müsste man andere giftige Elemente

auch deklarieren, etwa Selen oder Arsen.

Auch Coop bezeichnet seine Mineralwasser als «unbedenklich». Sprecher Jörg Biensiel schreibt zudem, ihm sei keine zugelassene Methode bekannt, um Uran aus Mineralwasser zu entfernen. «Unseres Wissens ist in Europa kein entsprechendes Verfahren erhabbar.»

Da hat der Coop-Sprecher offenbar eine Wissendicke. Das Schweizer Gesetz erlaubt es durchaus, «un erwünschte Bestandteile» aus dem Wasser zu filtern. Laut Vincent Dudler vom BAG werden in anderen europäischen Ländern solche Verfahren bereits eingesetzt: «Badoit enthielt früher etwa 100 Mikrogramm Uran pro Liter. Heute wird ein grosser Teil davon entfernt.»

Perfekt ist die Methode allerdings noch nicht: Laut der Gesundheitstipp-Stichprobe enthält Badoit immer noch 4,3 Mikrogramm Uran.

Christian Egg

URAN IM MINERALWASSER

Name	gekauft bei	Preis pro Liter	Urangehalt*
Eptinger	PickPay	– 55*	unter 0,2
Hildon	Globus	3,85*	unter 0,2
Cristalle (Prix Garantie)	Coop	– 30*	0,2
Volvic	Carrefour	– 85*	0,2
S. Antonio	Coop	– 40*	0,4
Vittel	Migros	– 85*	0,4
Henniez	Coop	– 75*	0,8
Contrex	Migros	– 85*	1,3
Denner	PickPay	– 35*	1,4
Volvita	Migros	– 65*	1,4
Nr. 1 (Alpes)	Carrefour	– 30*	1,5
Evian	PickPay	– 65*	1,5
Valser	PickPay	– 80*	1,7
Fontelaura	PickPay	– 25*	2,4
Rhätzürser	Coop	– 75*	2,6
Cristalp	Coop	– 65*	3,1
Swiss Alpina	Coop	– 65*	3,9
Badoit	Migros	– 85*	4,3
San Pellegrino	Migros	– 85*	6,7
Aquella	Migros	– 50*	6,9
M-Budget	Migros	– 30*	6,9
Perrier	Globus	2,90*	7,0
Aproz	Migros	– 65*	7,2
Zürcher Mineral	Globus	4,10*	15,9

*Urangehalt in Mikrogramm pro Liter (µg/l):
● = unter 0,2 ○ = 0,2 bis 2 ■ = 2 bis 15 ◆ = über 15
 Der Preis wurde auf 1 Liter umgerechnet von:
 +1,5 Liter, +0,75 Liter, +1,15 Liter, +0,5 Liter, +0,33 Liter

Fontelaura	PickPay	- .25 *	2,4
Rhätzünser	Coop	- .75 *	2,6
Cristalp	Coop	- .65 *	3,1
Swiss Alpina	Coop	- .65 *	3,9
Badoit	Migros	- .85 *	4,3
San Pellegrino	Migros	- .85 *	6,7
Aquella	Migros	- .50 *	6,9
M-Budget	Migros	- .30 *	6,9
Perrier	Globus	2.90 *	7,0
Aprox	Migros	- .85 *	7,2
Zürcher Mineral	Globus	4.10 *	15,9

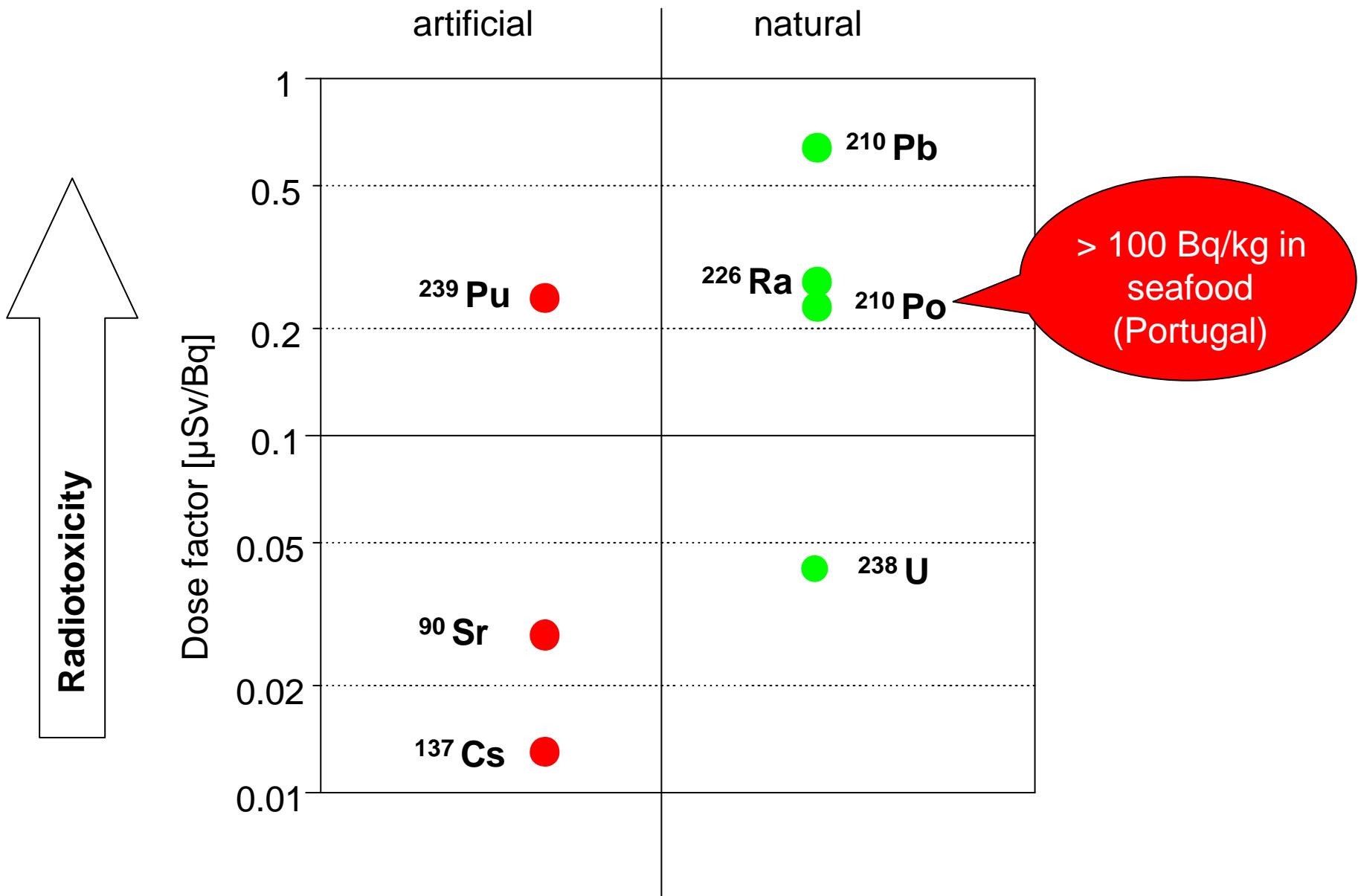
* Urangehalt in Mikrogramm pro Liter ($\mu\text{g/l}$):

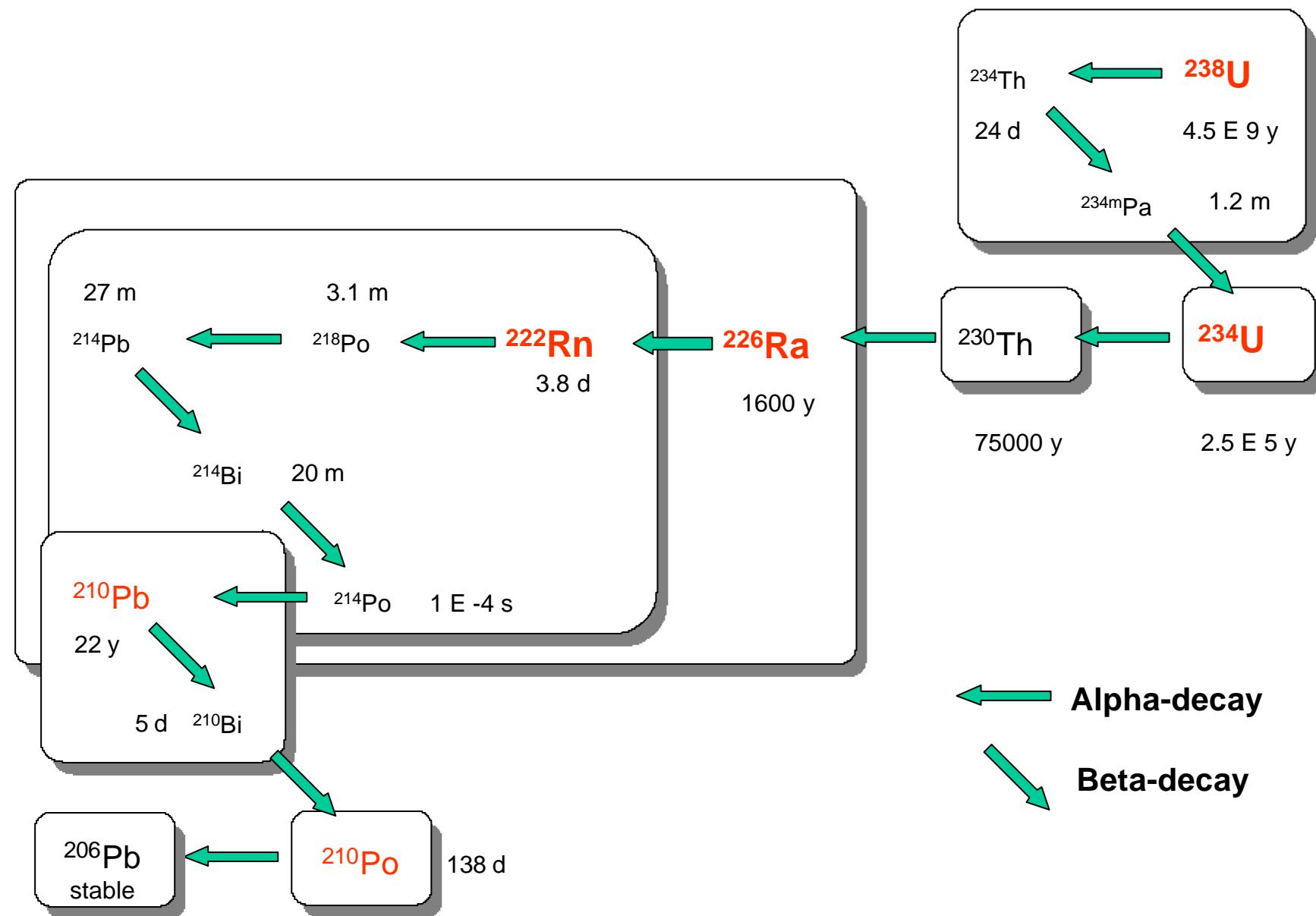
● = unter 0,2 ● = 0,2 bis 2 ● = 2 bis 15 ● = Über 15

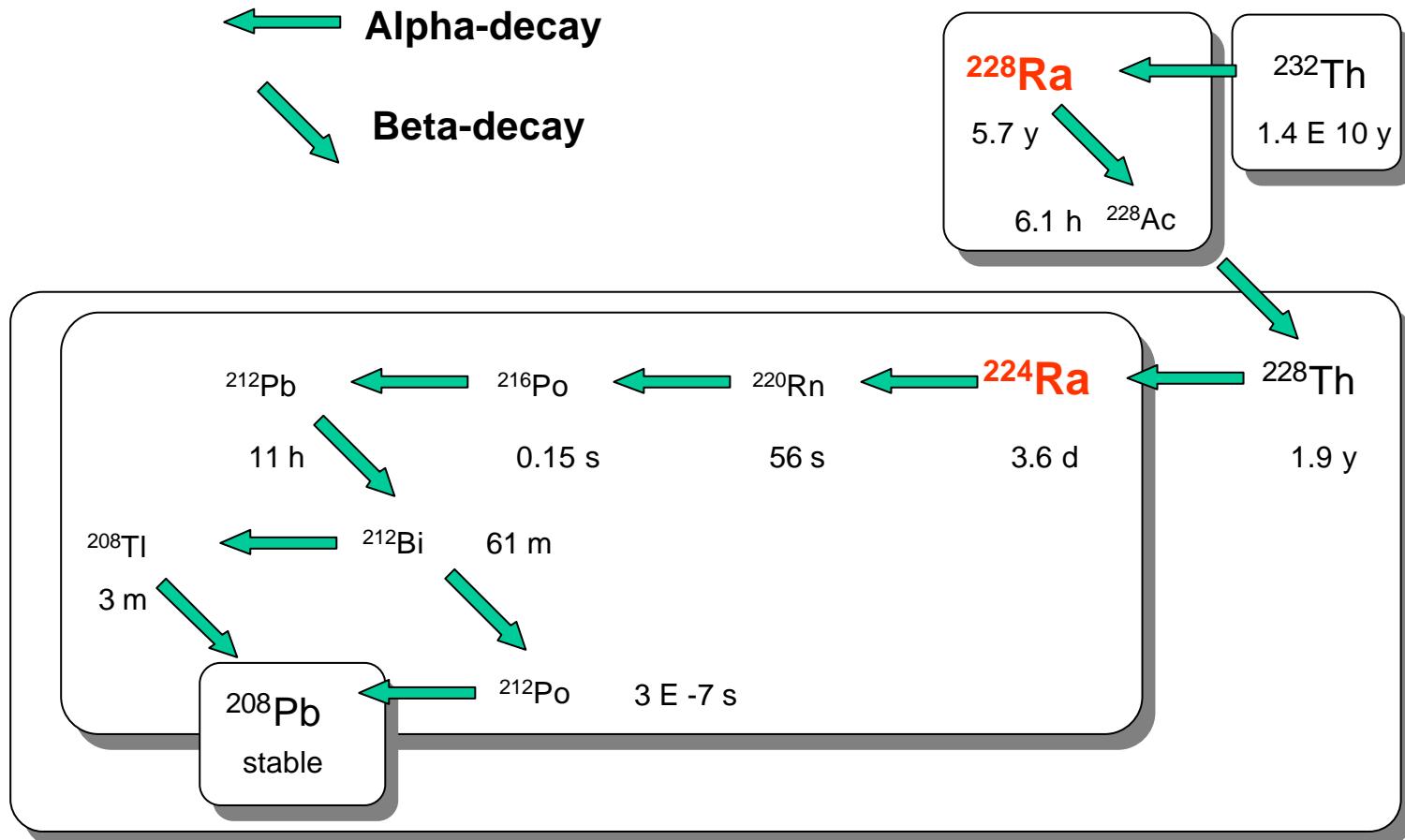
Der Preis wurde auf 1 Liter umgerechnet von:

* 1,5 Liter; * 0,75 Liter; * 1,15 Liter; * 0,5 Liter; * 0,33 Liter

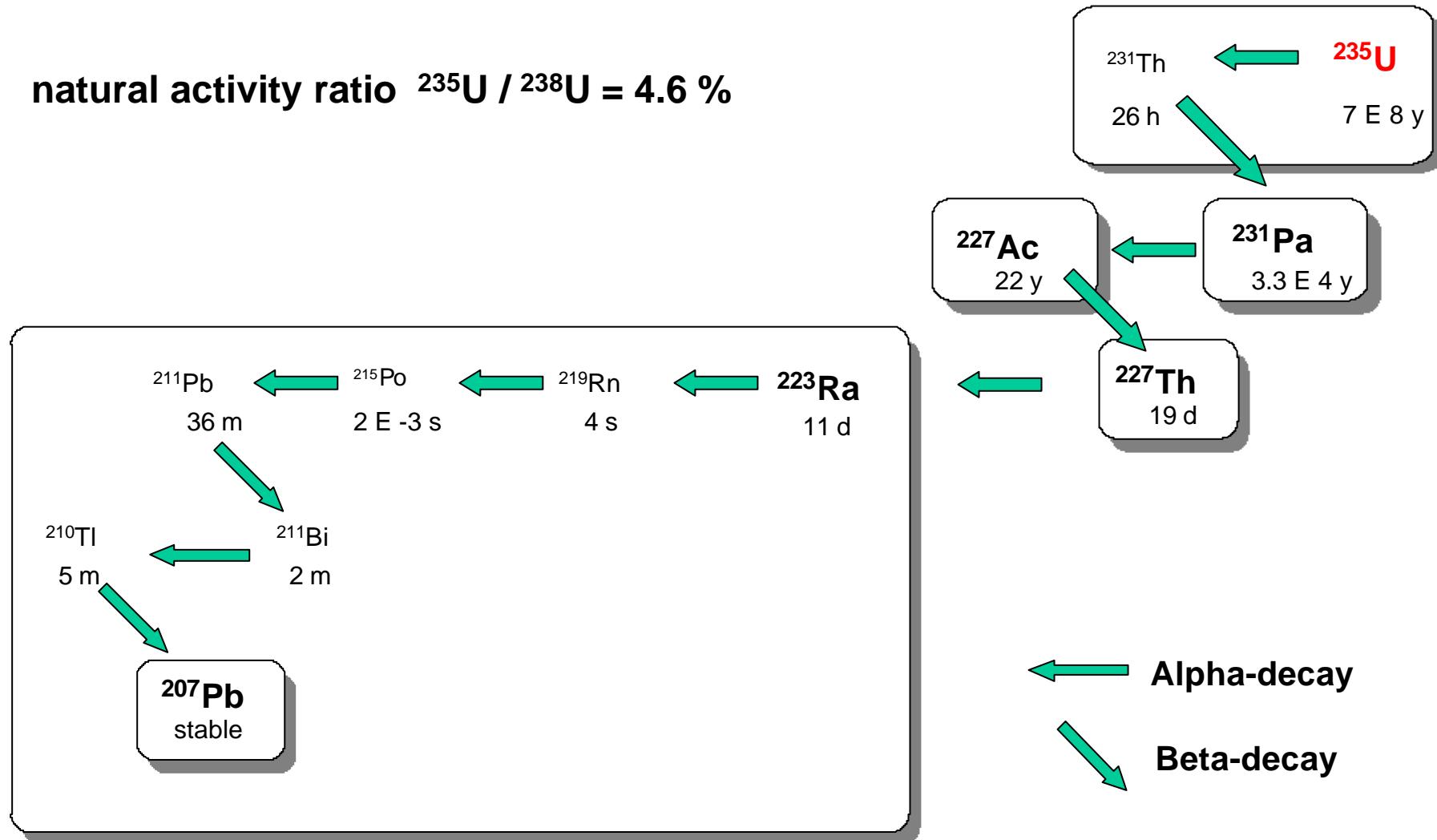
WHO and new Swiss
limit : 30 $\mu\text{g/liter}$, ~ 750
mBq (234U+238U)/liter



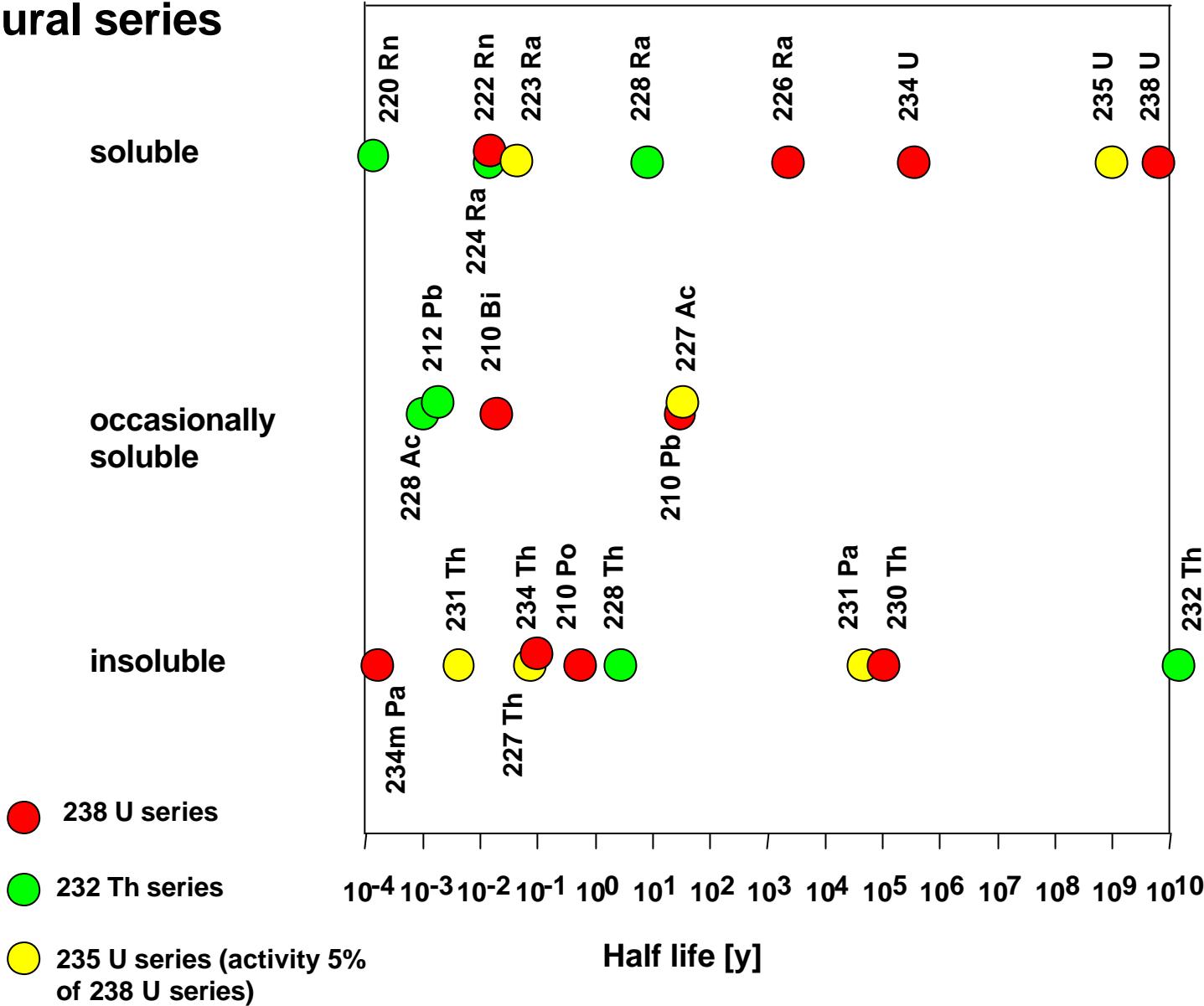




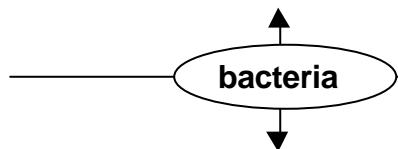
natural activity ratio $^{235}\text{U} / ^{238}\text{U} = 4.6 \%$



Natural series

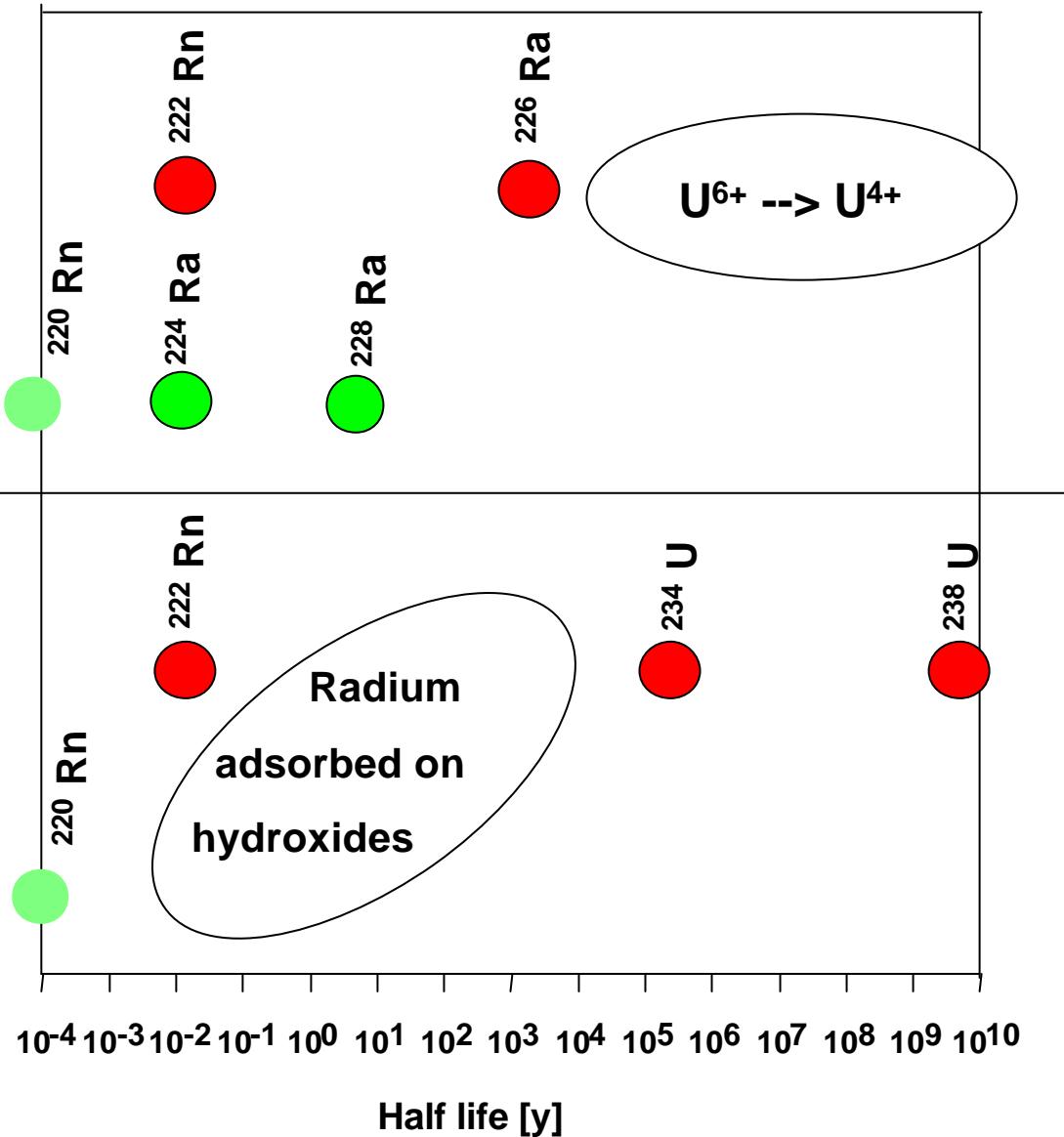


**Soluble under
reducing
conditions**



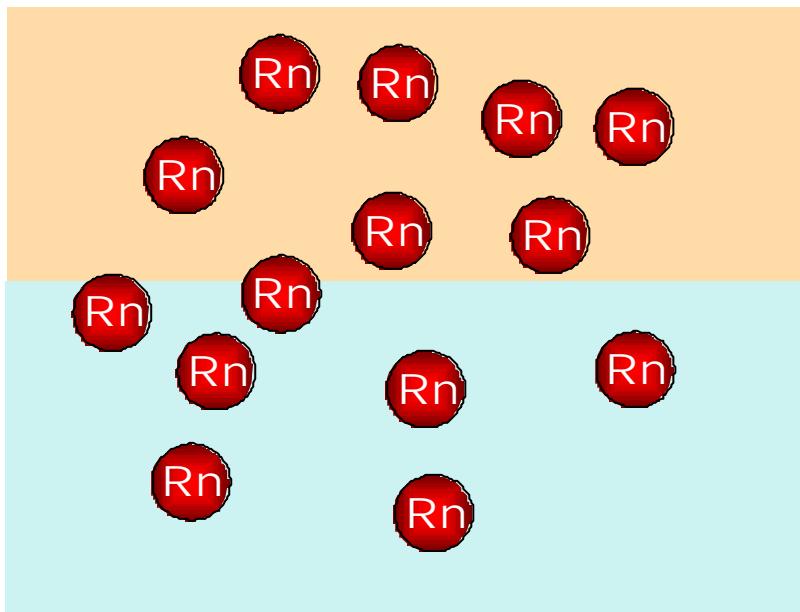
**Soluble under
oxidizing
conditions**

- ^{238}U series
- ^{232}Th series

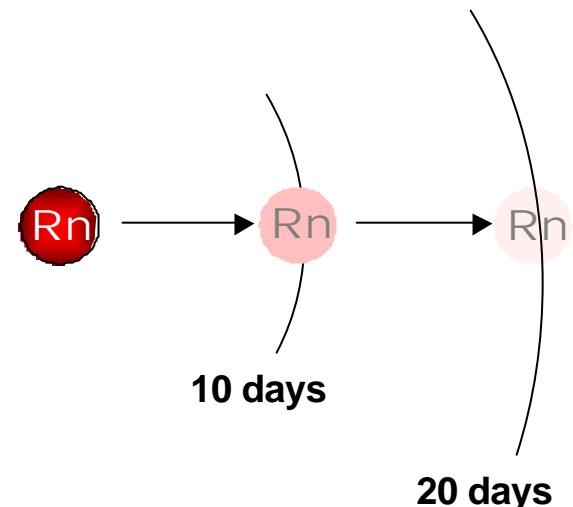


Radon as a natural tracer

omnipresent, but generally
diffuse sources



$$T_{1/2} = 3.8 \text{ days}$$



short half life

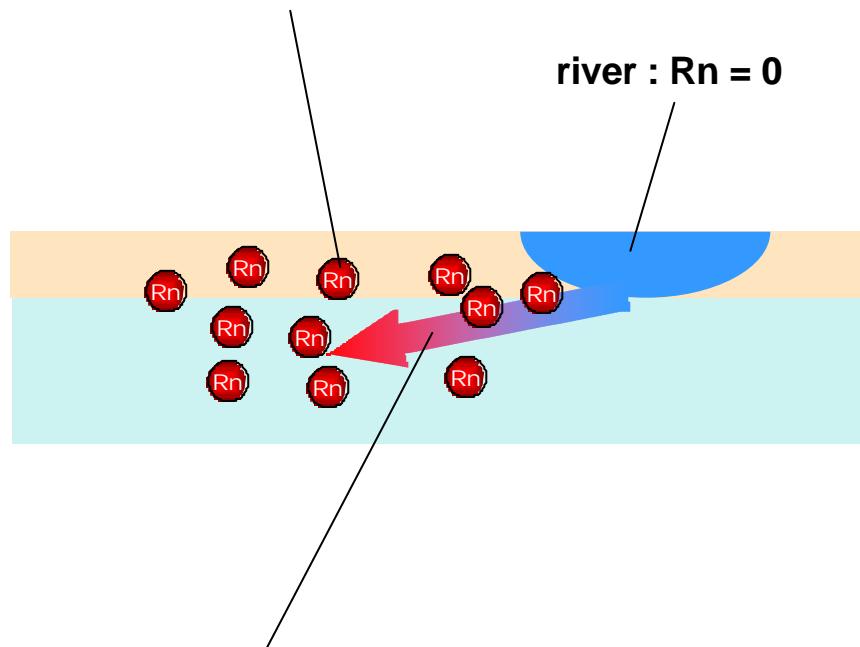
useful to study fast
transport processes

Exceptions

no radon at start

Rn produced in alluvial material

river : Rn = 0



infiltrating water takes up radon

well localized source

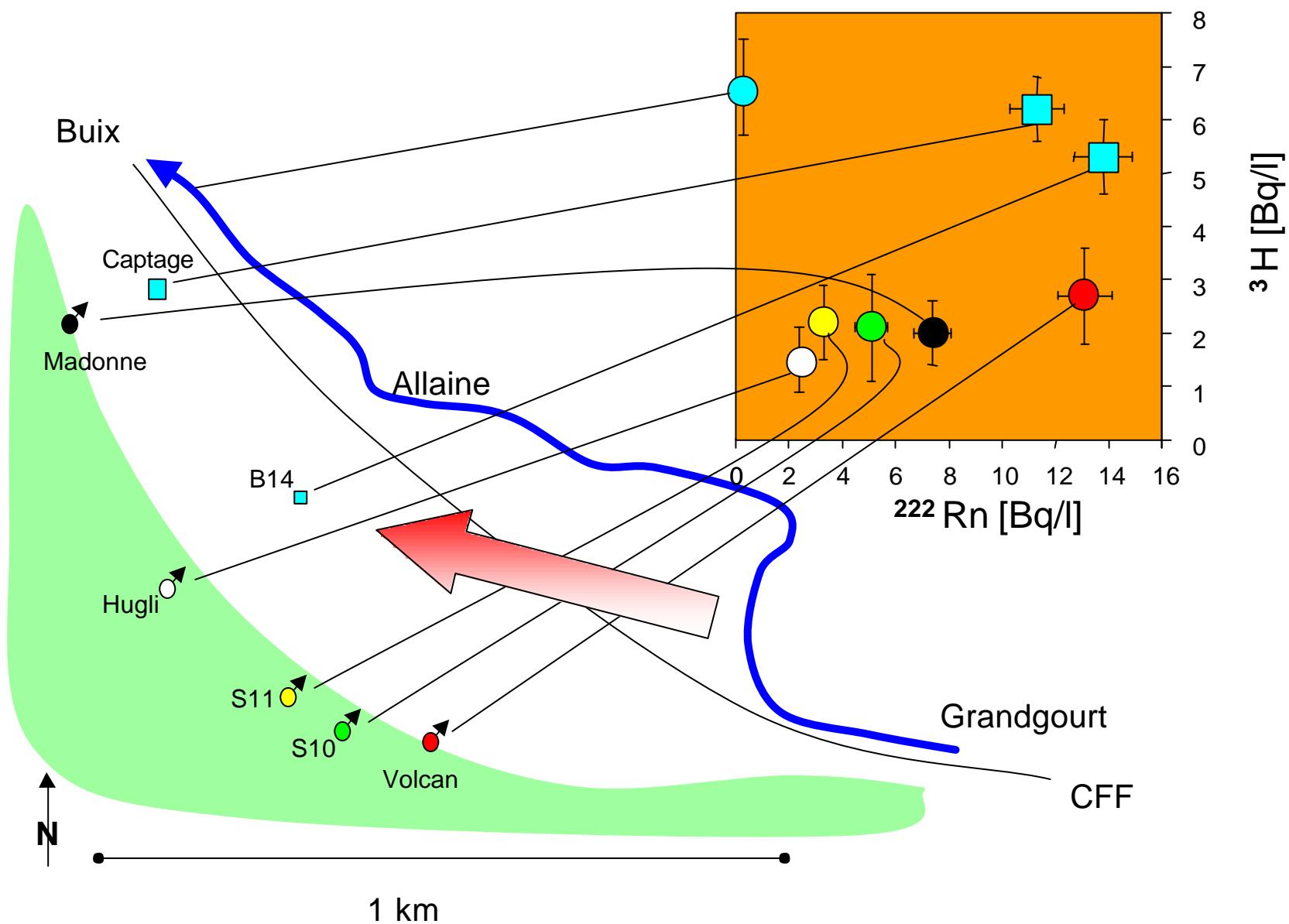


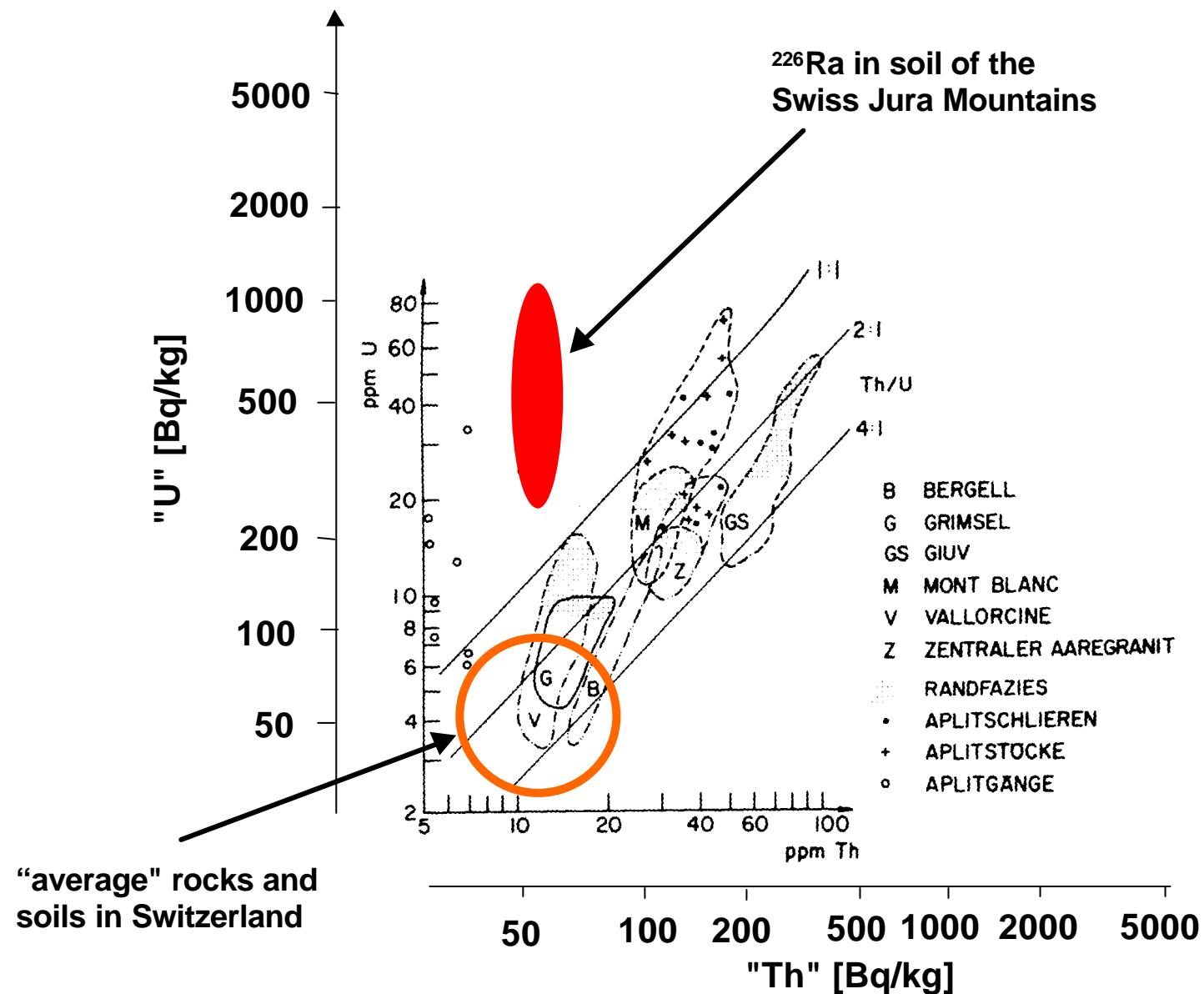
Soil

Karst

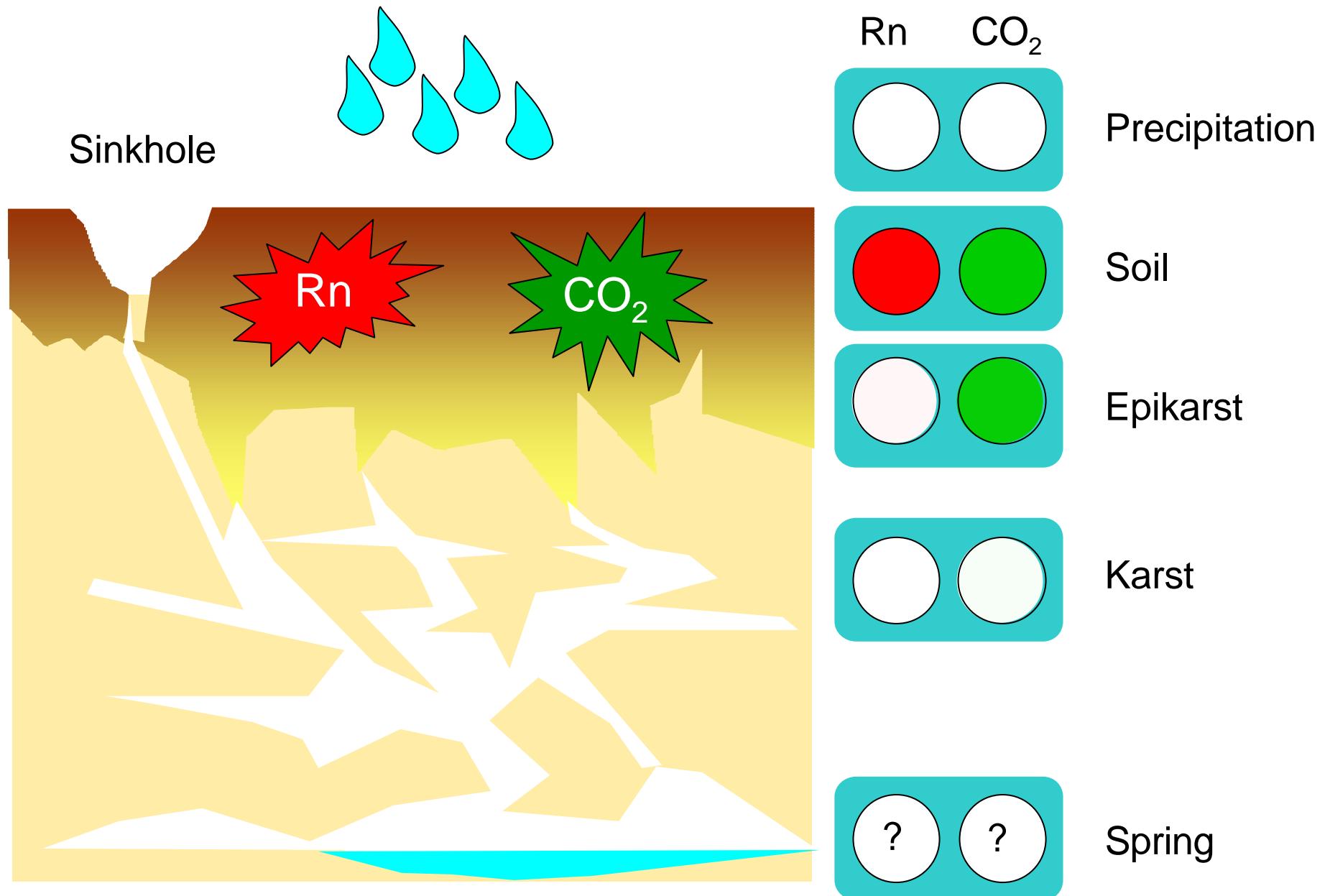


Training site
Buix



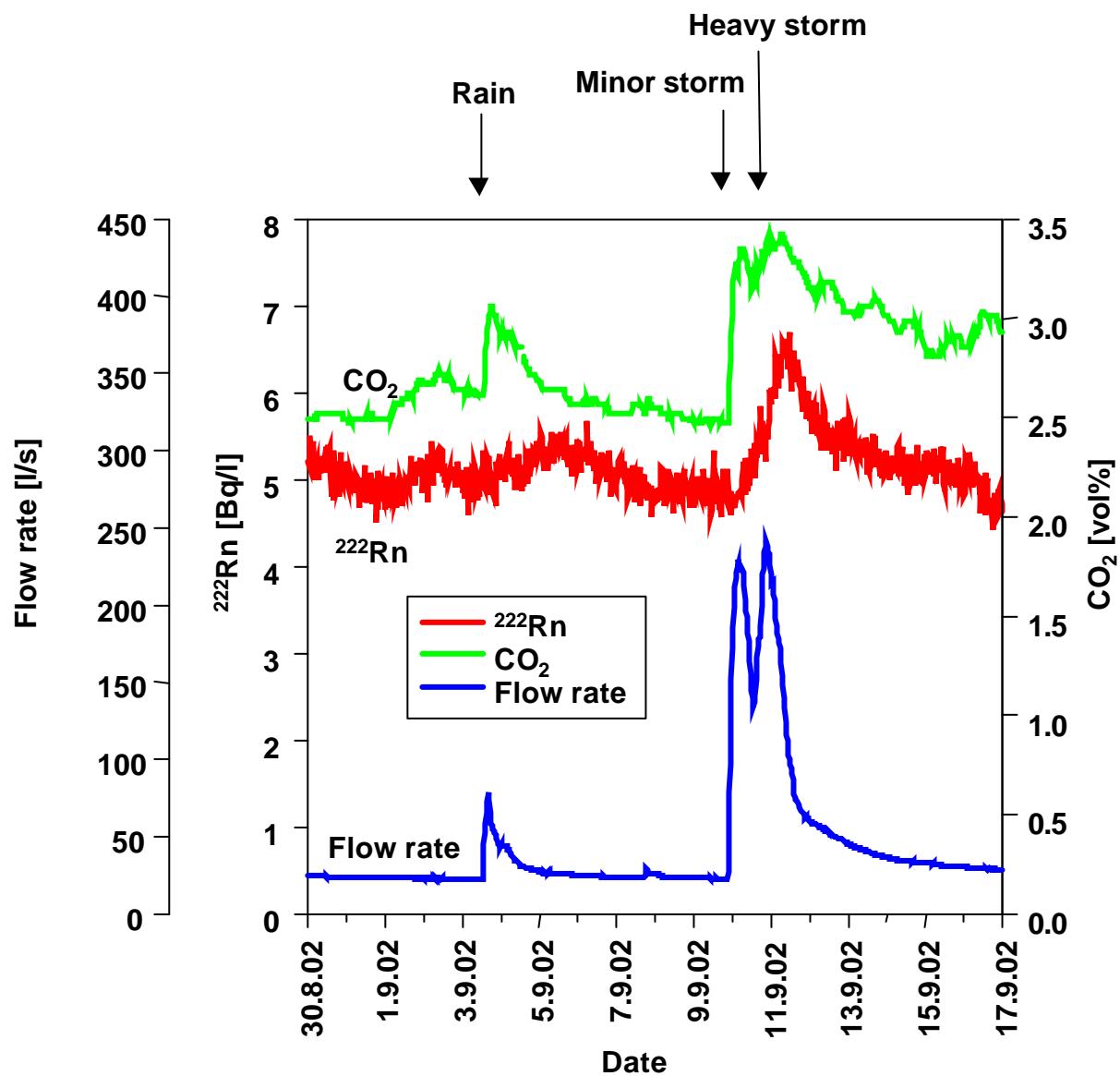


Distribution after : Labhart T.P. und Rybach L., Granite und Uranvererzungen in den Schweizer Alpen, Beiträge zur Geologie der Schweiz, Kleinere Mitteilungen, Nr. 60, Kümmerly & Frey, Bern, 1974



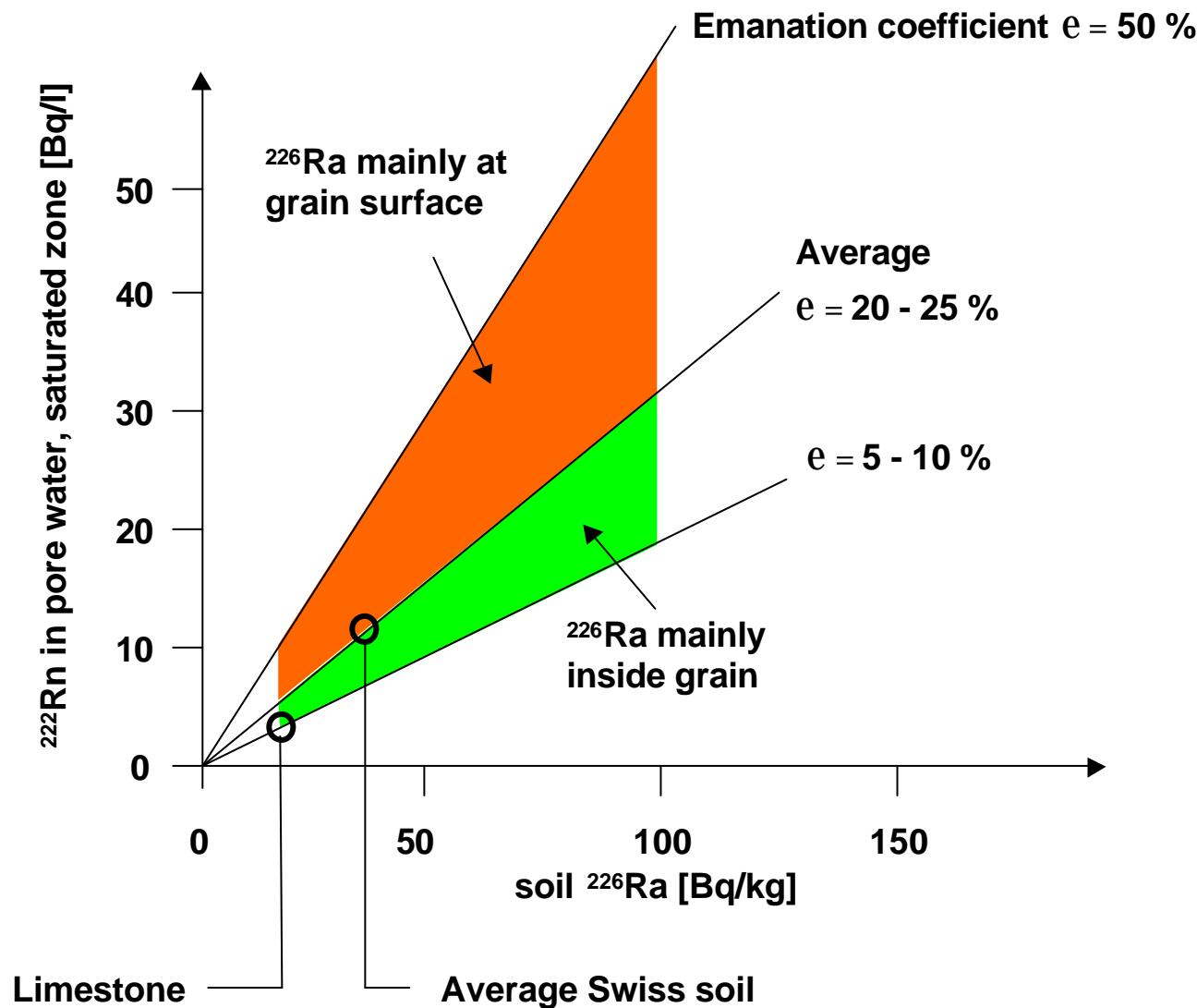


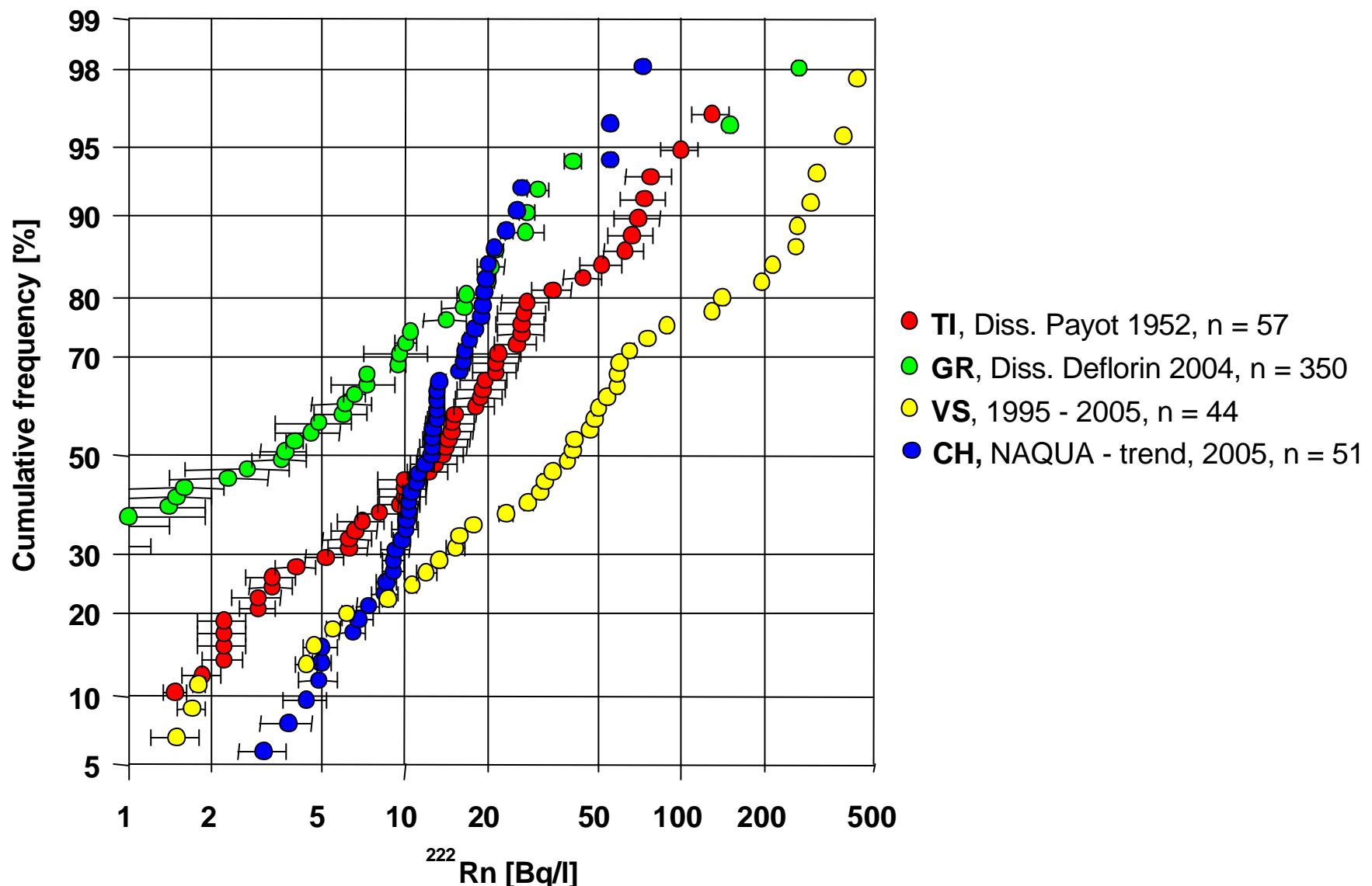
Milandre
cave



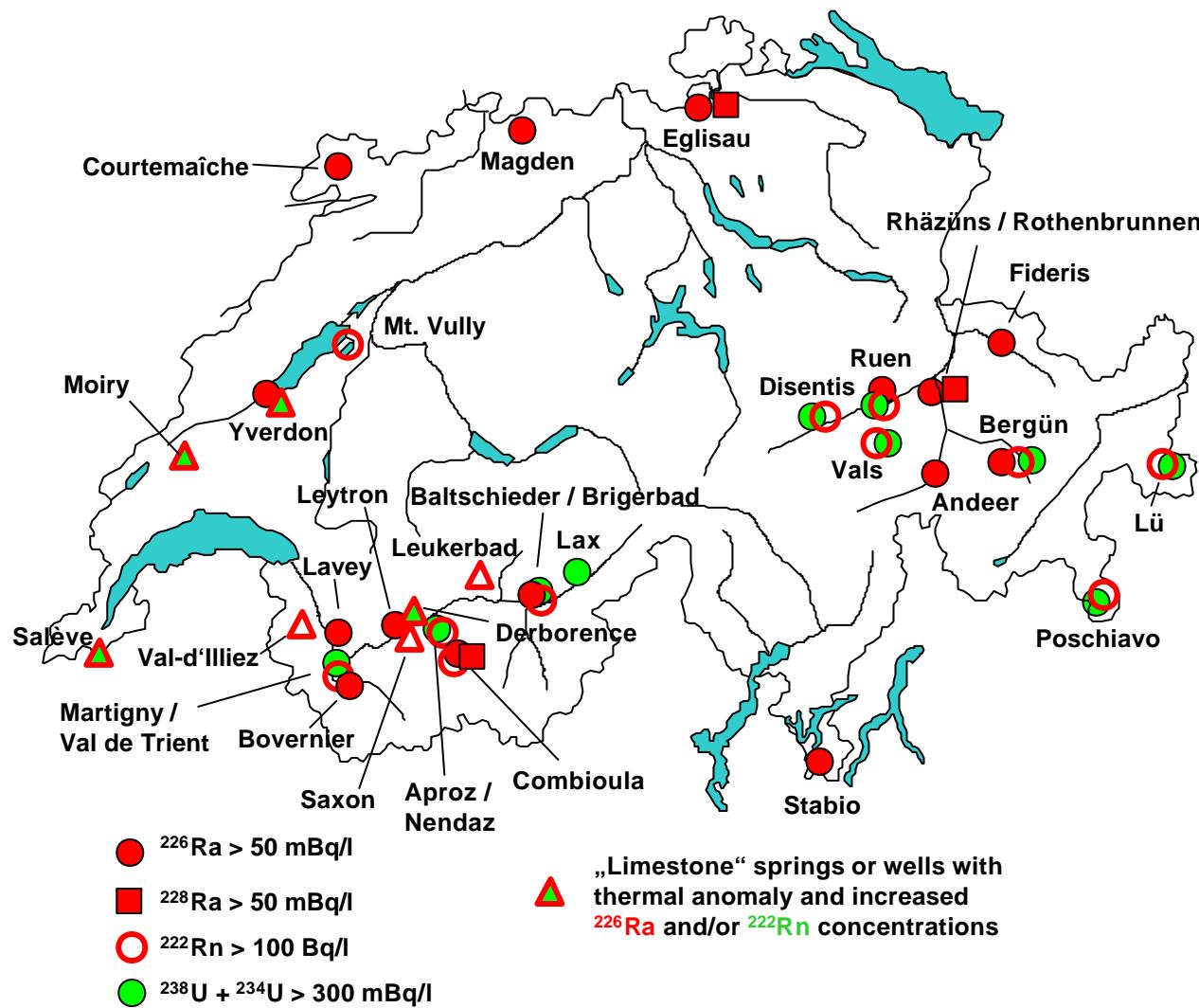
Milandre, reaction to storm events (Ludovic Savoy)

Expected ^{222}Rn equilibrium concentration in pore water, 50 % water saturated

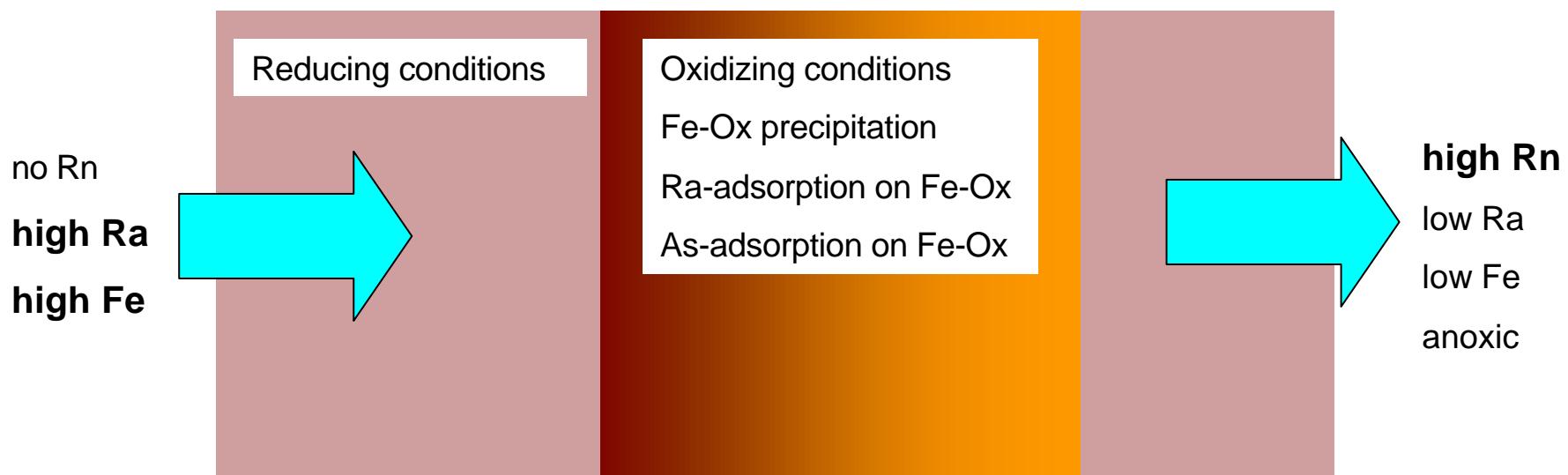
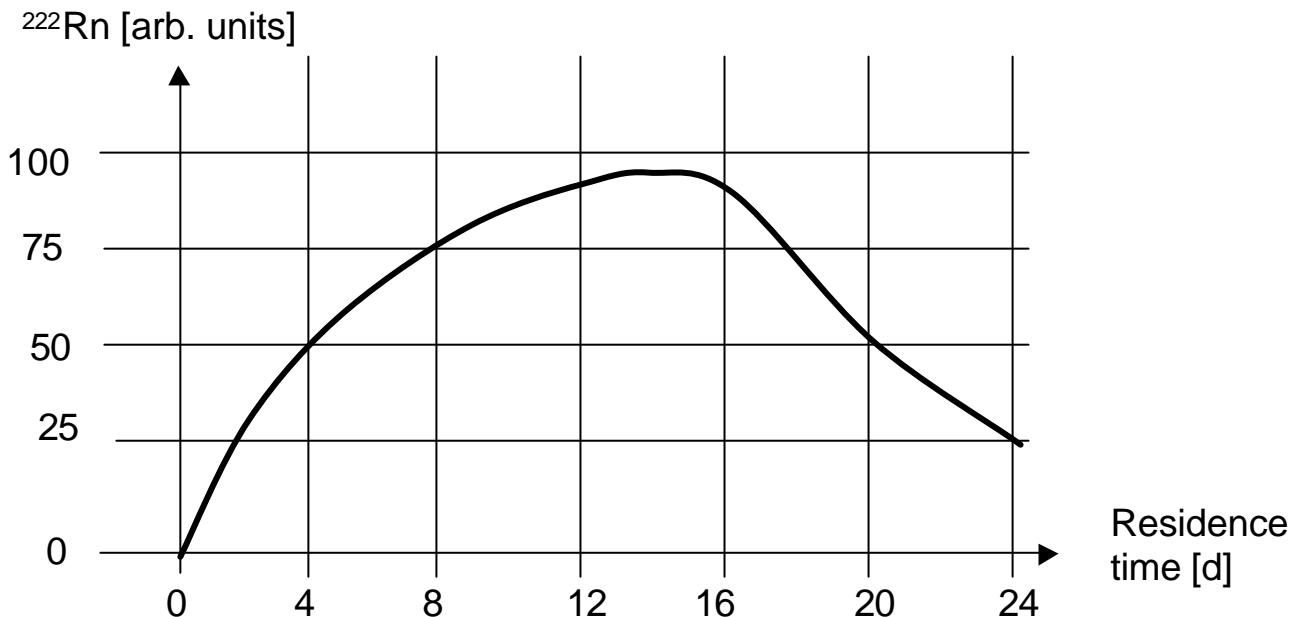




Hot spots



How high Rn concentrations may be produced ($> 50 \text{ Bq/l}$)



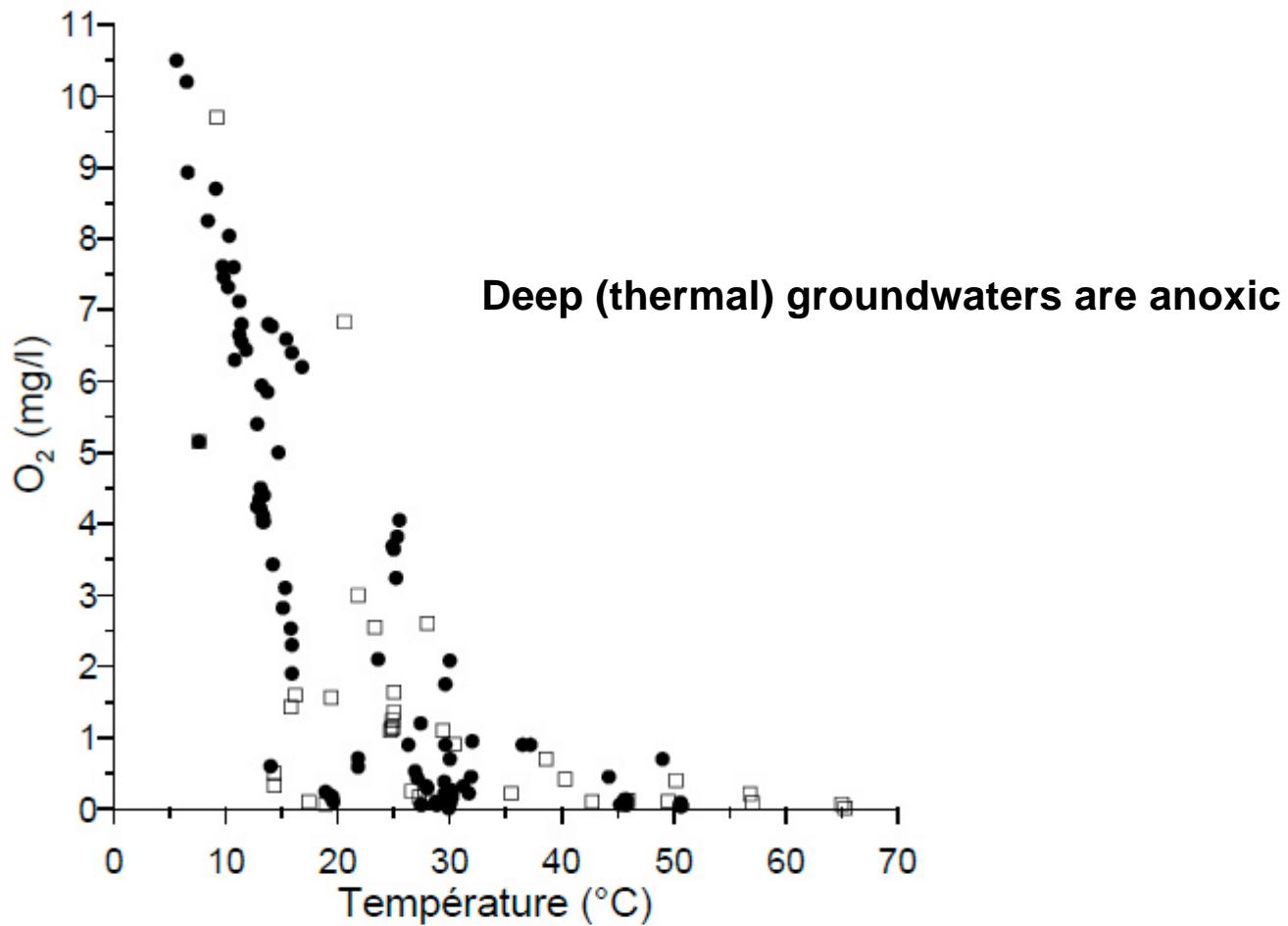
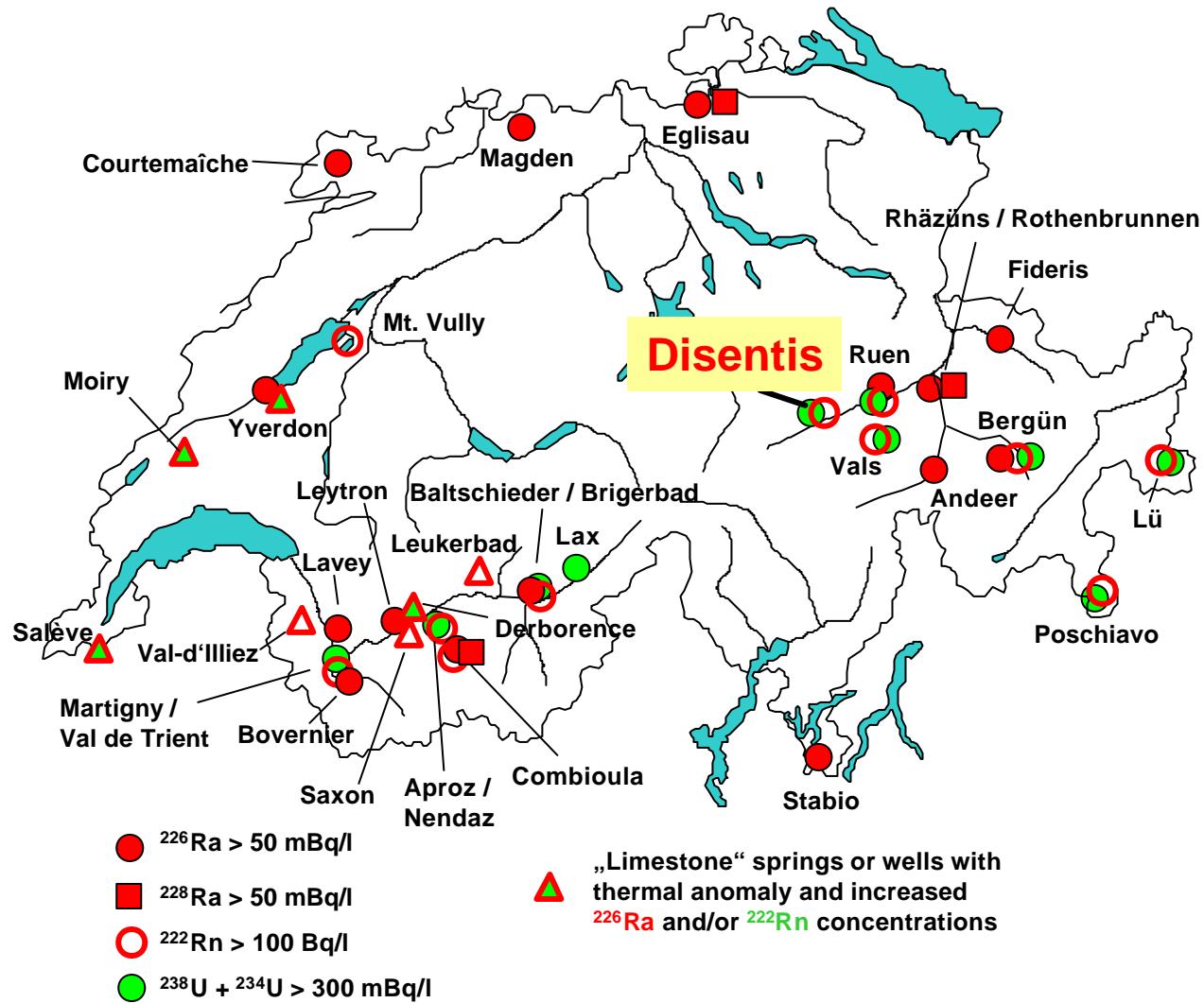


Figure 5.8 : Teneur en oxygène en fonction de la température. Les eaux profondes et chaudes sont marquées par un caractère anoxique.

François Gainon, Les isotopes radioactifs de la série de l'uranium-238 (222Rn, 226Ra, 234U et 238U) dans les eaux thermales de Suisse, thesis, Université de Neuchâtel, 2008

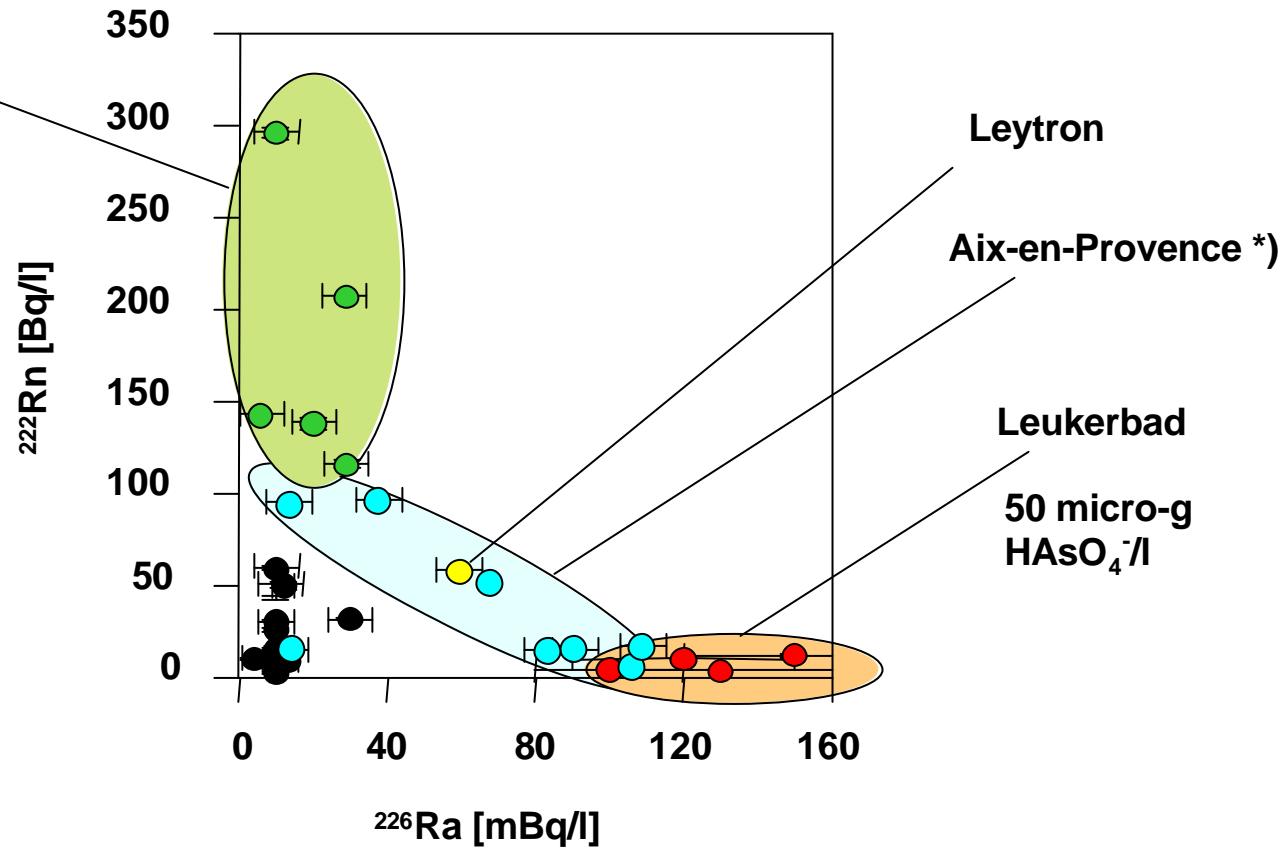


Radonquelle Disentis
Starkste radio-aktive Quelle der Schweiz
Neuflassung 1952
Bauherr:
R. Tuor, Hotel Disentiserhof
Bauleitung:
Techn. Büro Kuratlie & Würmli, Chur
Unternehmer:
Ed. Delgrossos & Söhne, Baug., Disentis
Montearbeiten:
Th. Kondes, Instal. Disentis

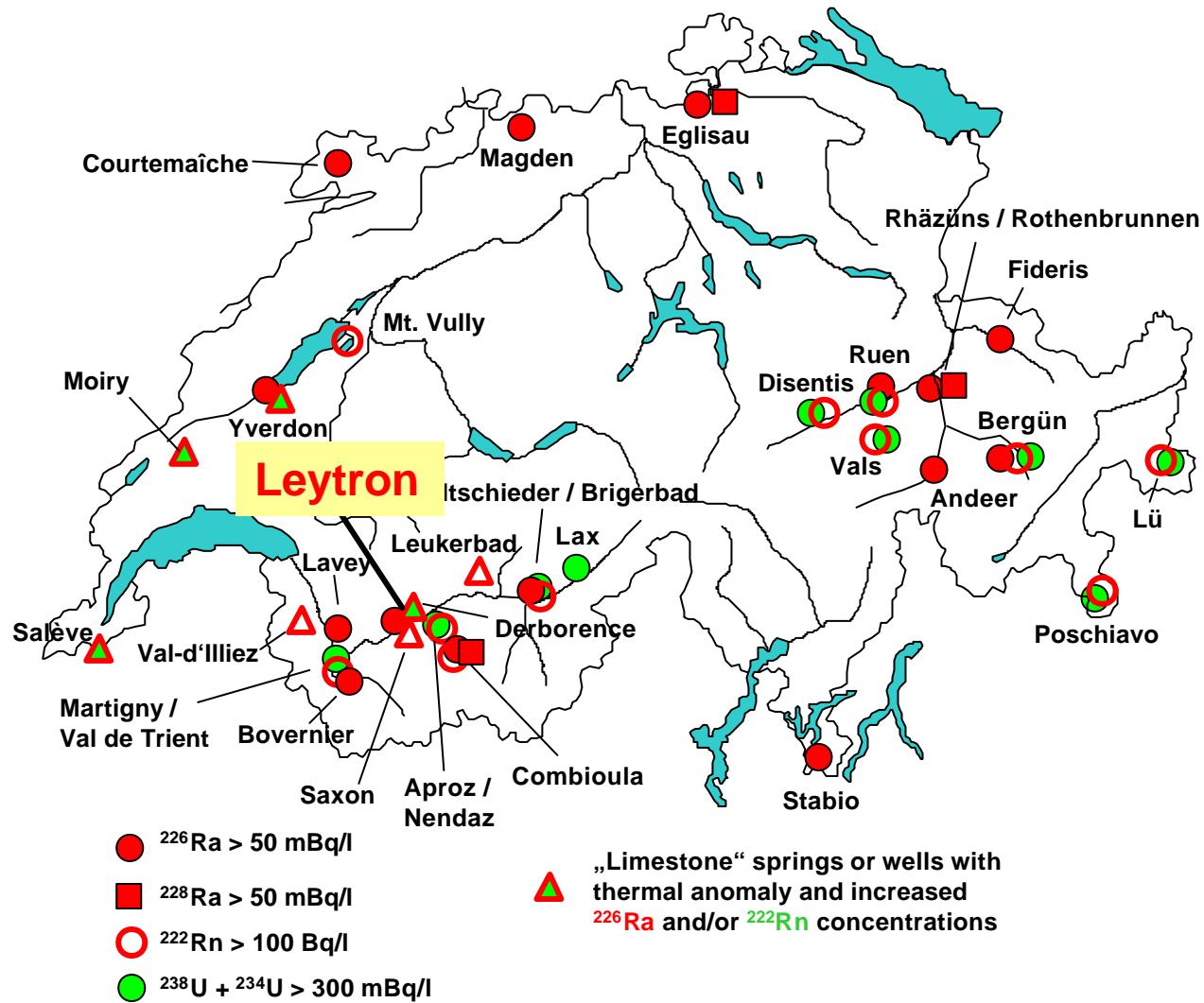
^{222}Rn :
650 Bq/l

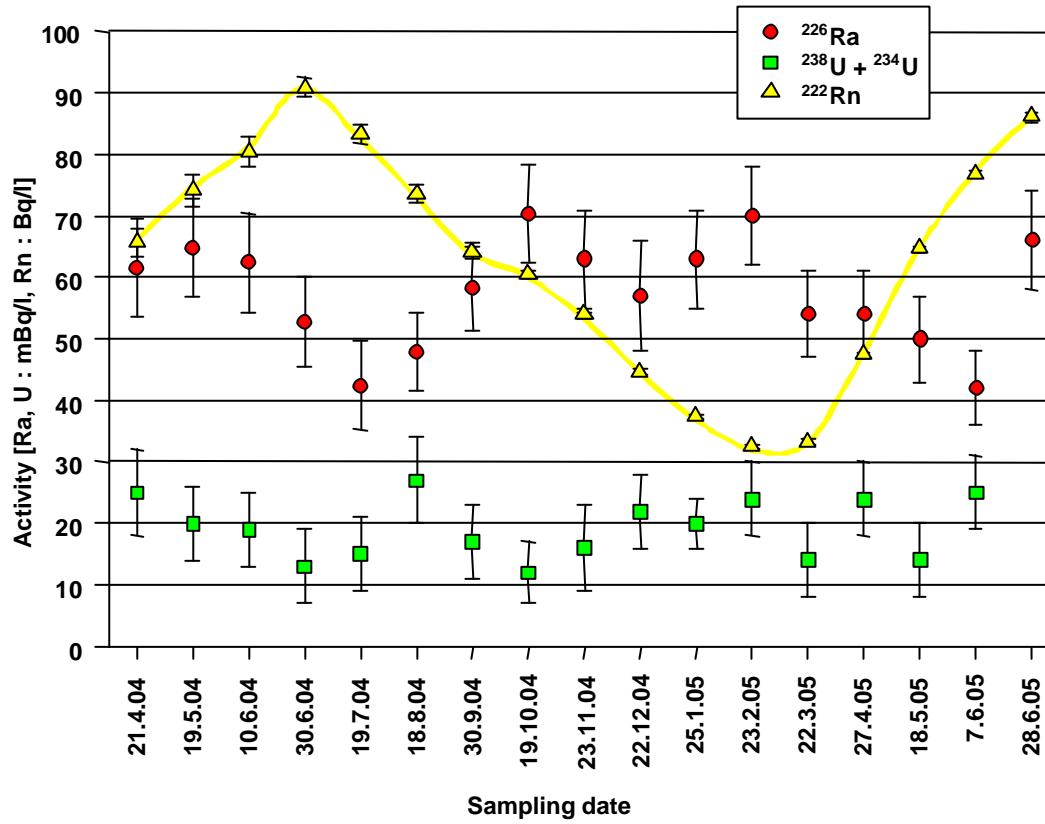
^{222}Rn vs. ^{226}Ra

Val de
Trient,
Nendaz,
Visp-Brig

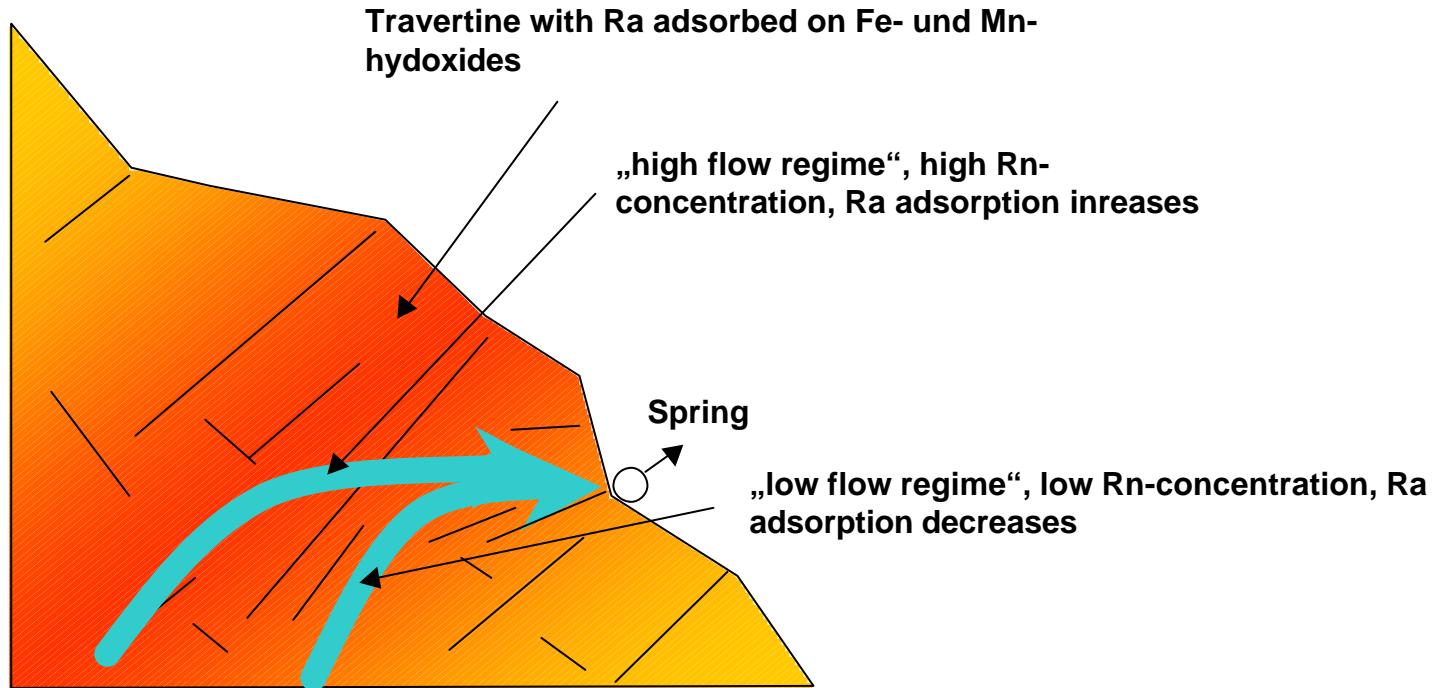


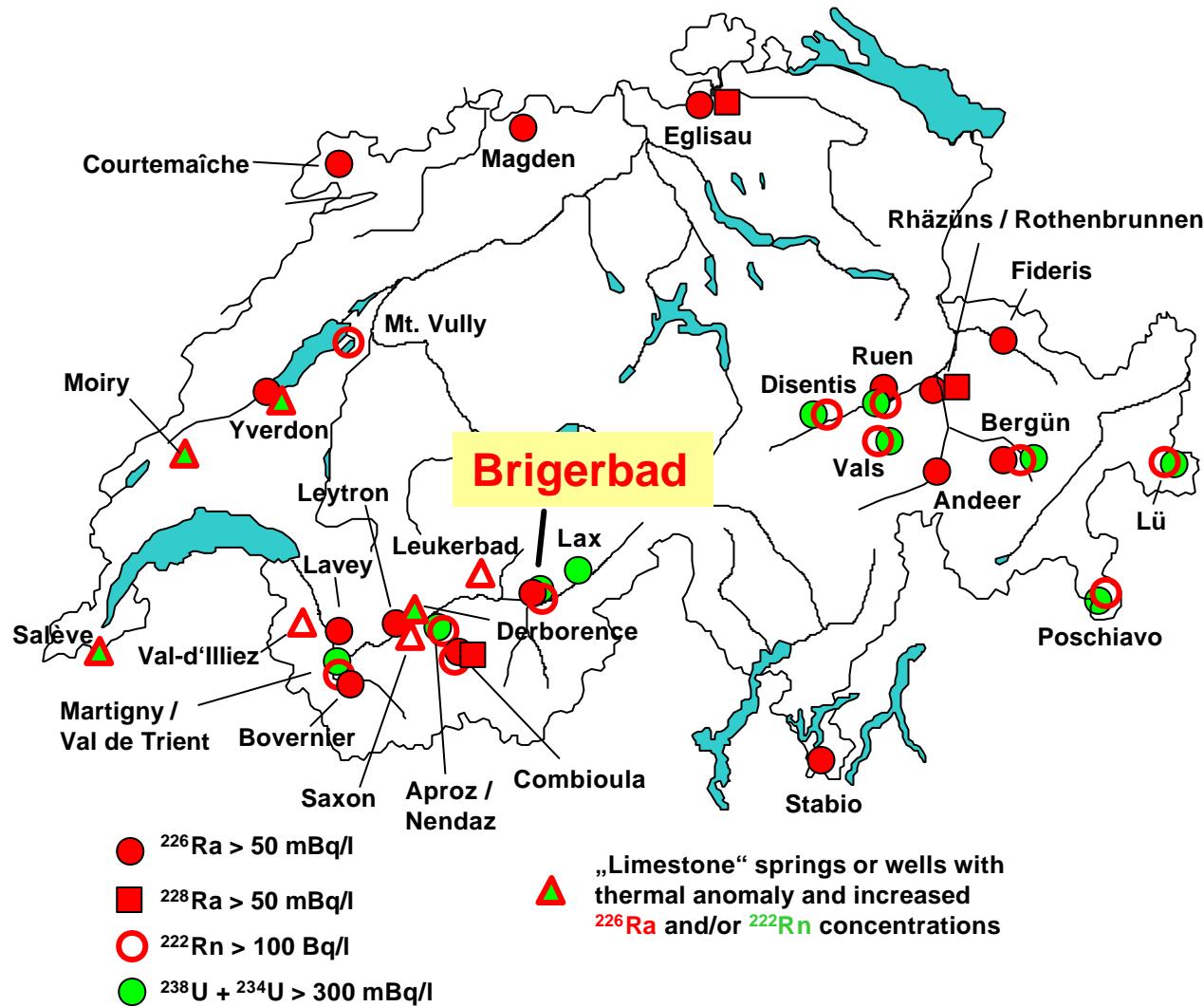
*) Yanick Lettry, Resource hydrothermale du bassin d'Aix- en-Provence,
MSc thesis, Univ. of Neuchatel, 2002

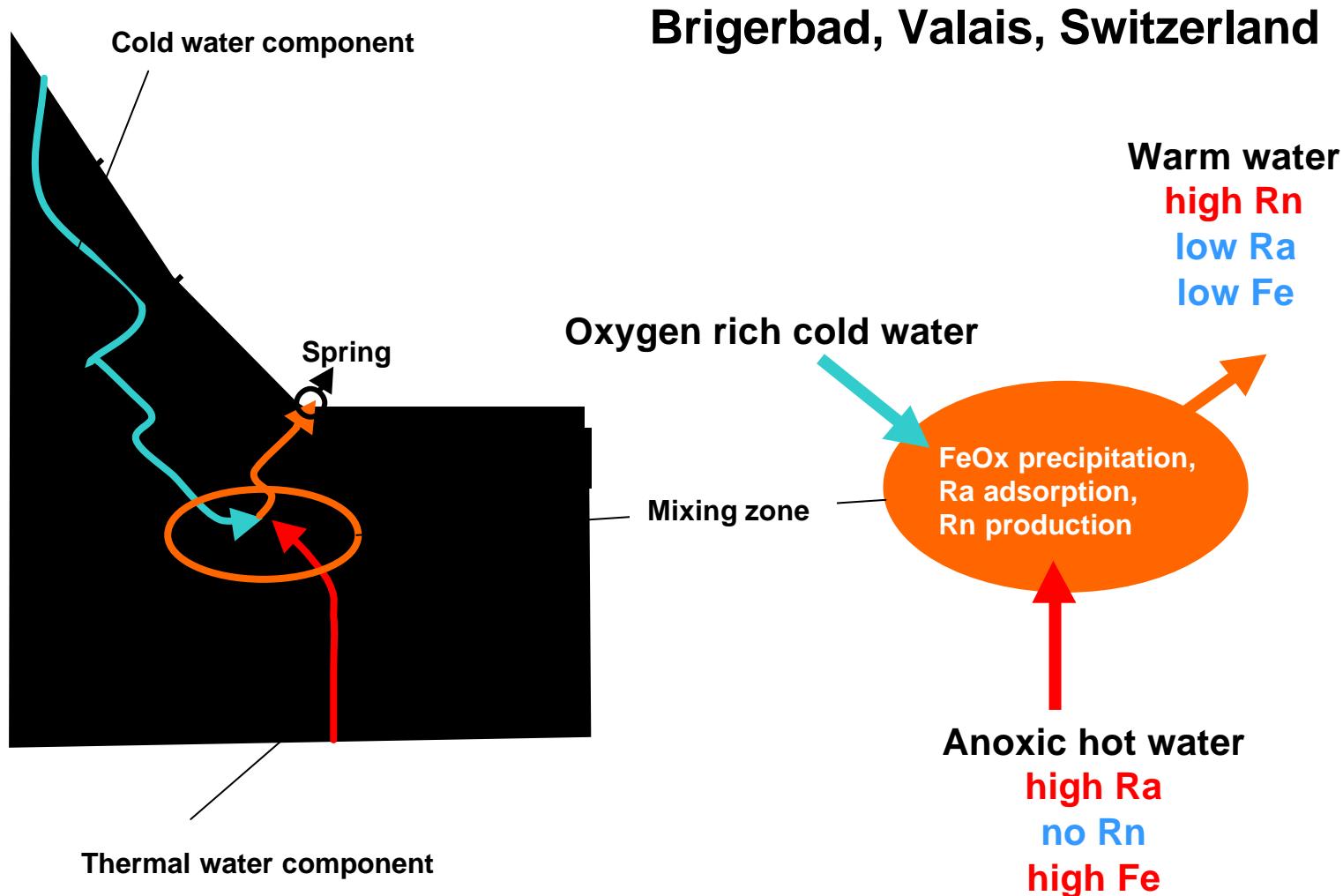




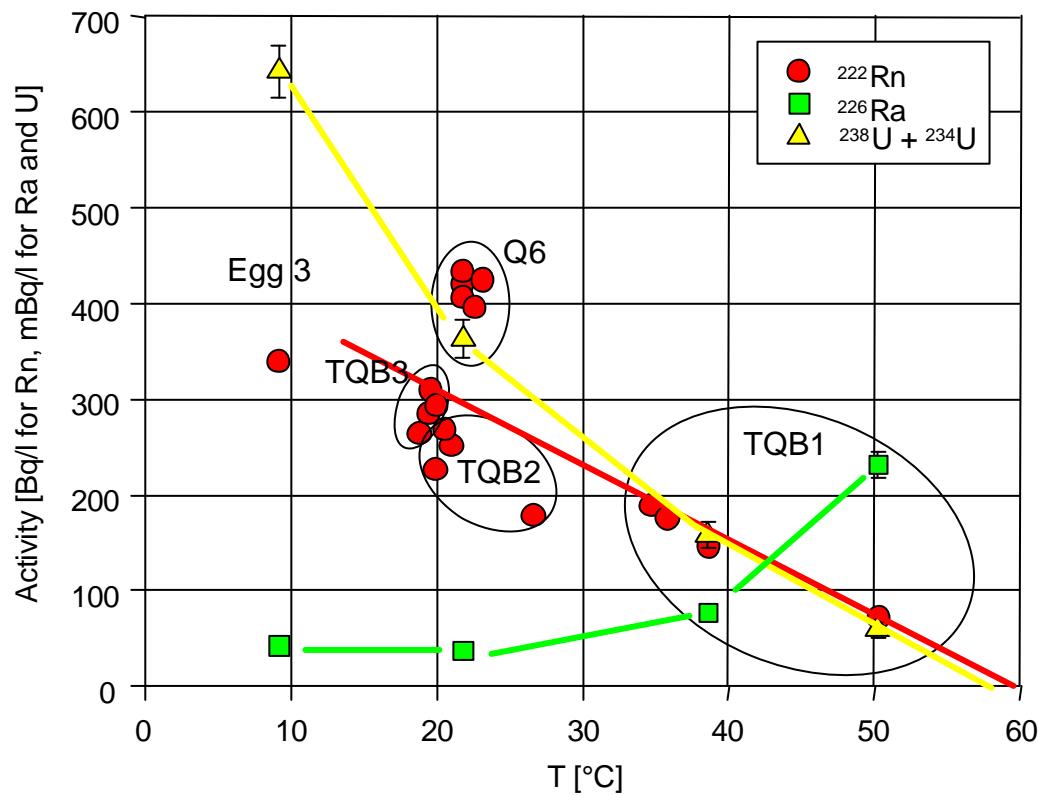
Radium, radon and uranium time series for the thermal spring „Source de Leytron“. Error bars are 1σ counting statistics. The line connecting the radon values is only a „guide to the eye“ with no physical meaning.







Brigerbad, Olivier Kloos



Olivier Kloos, Hydrochimie et hydrogéologie des sources thermales de Brigerbad (Valais), MSc thesis, Univ. of Neuchâtel, 2004

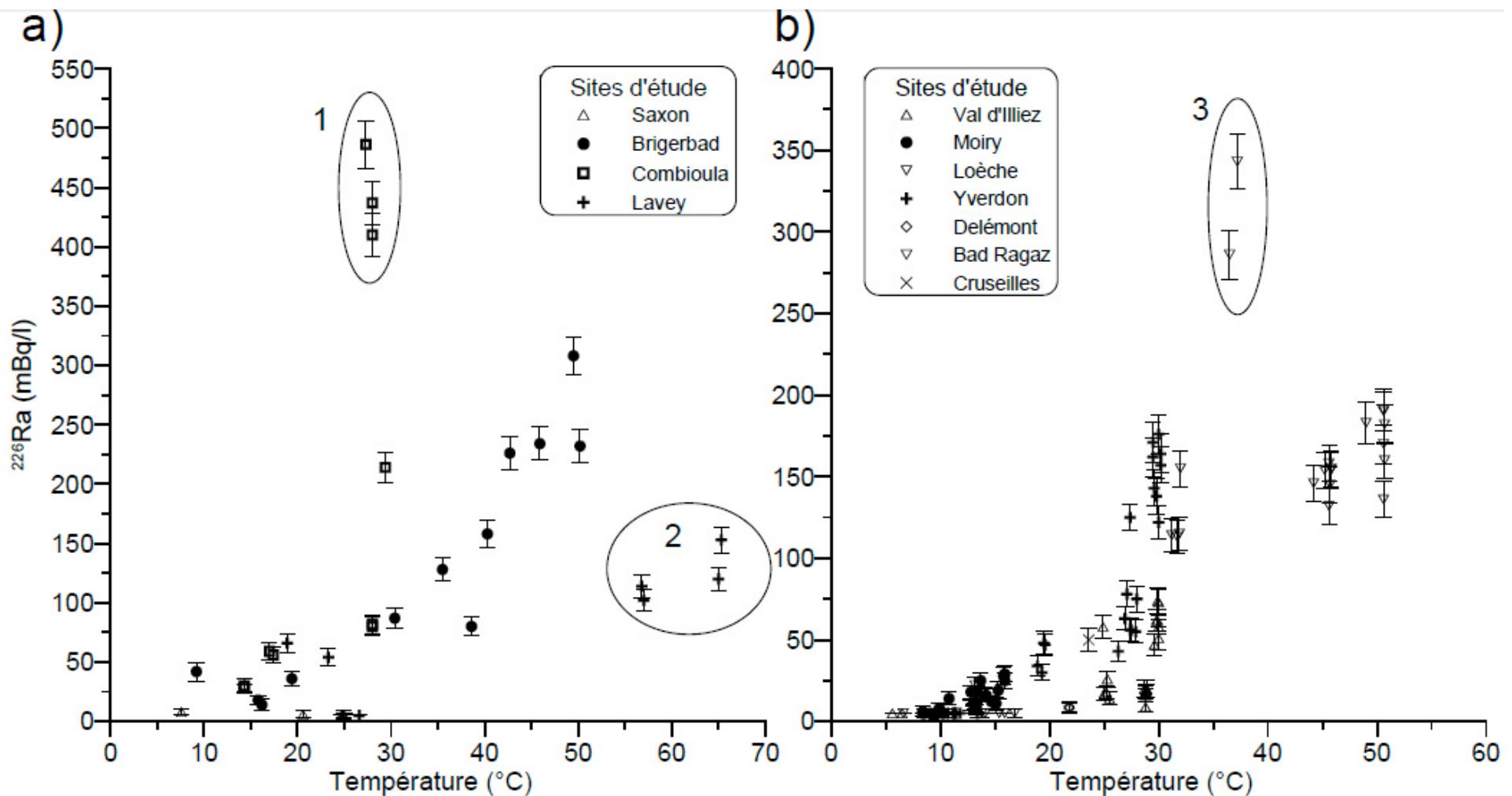
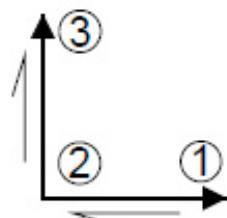
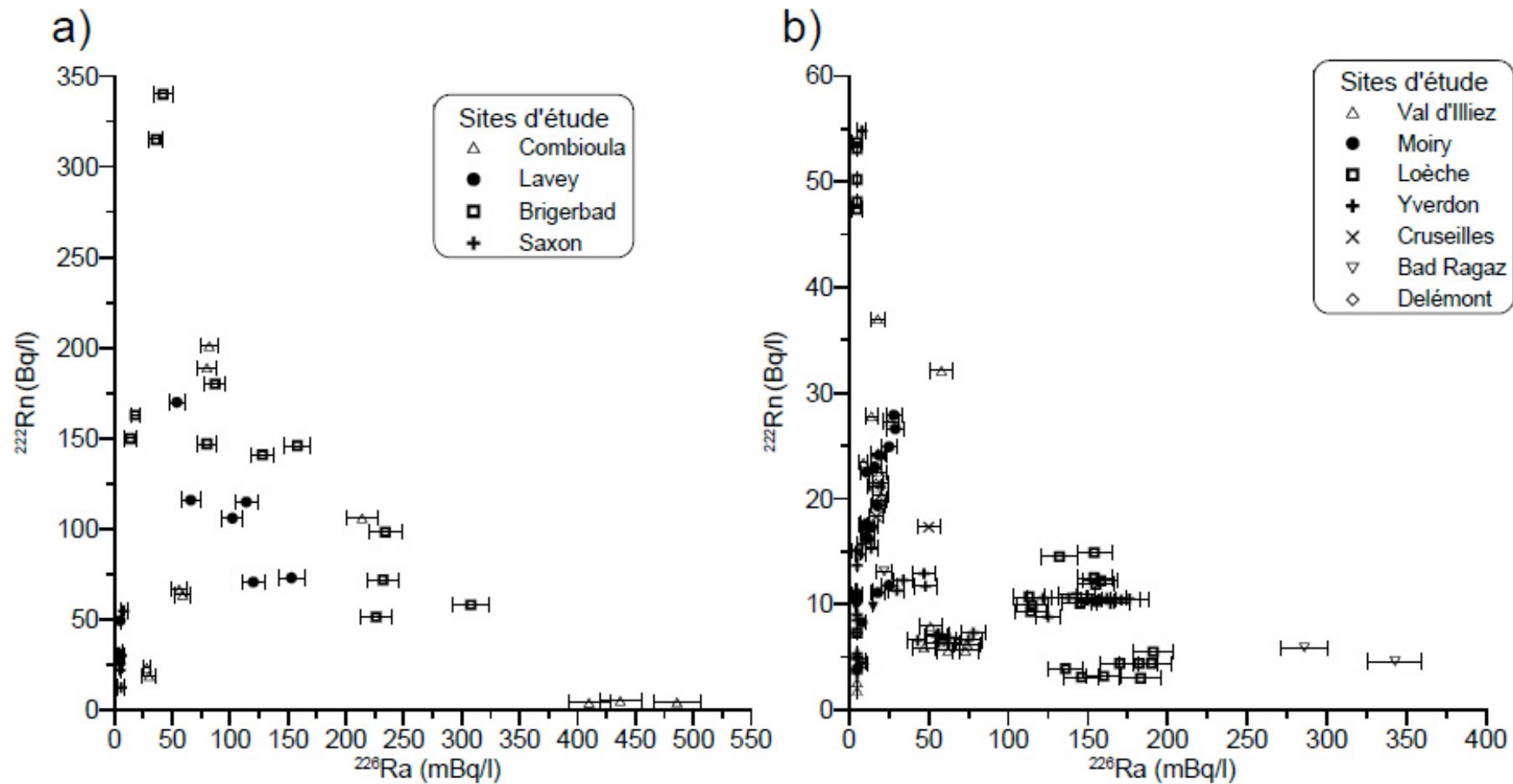


Figure 5.6 : Teneur en ^{226}Ra en fonction de la température. Les deux groupes (graphes a et b) sont les mêmes que ceux de la figure 5.5. 1: forage C3 de la Combioula, 2 : Forage P201 et P600 de Lavey-des-Bains 3 : source thermale de Bad Pfäfers.

François Gainon, Les isotopes radioactifs de la série de l'uranium-238 (222Rn, 226Ra, 234U et 238U) dans les eaux thermales de Suisse, thesis, Université de Neuchâtel, 2008



- 1 : Eau chaude et réduite riche en ^{226}Ra et pauvre en ^{222}Rn
- 2: Adsorption du ^{226}Ra et production de ^{222}Rn
- 3 : Eau de mélange riche en ^{222}Rn

Figure 5.19 : Teneur en ^{226}Ra et en ^{222}Rn . Leurs teneurs opposées permettent de formuler une hypothèse sur leur comportement dans la zone d'exutoire de l'eau profonde.

François Gainon, Les isotopes radioactifs de la série de l'uranium-238 (^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{234}U et ^{238}U) dans les eaux thermales de Suisse, thesis, Université de Neuchâtel, 2008

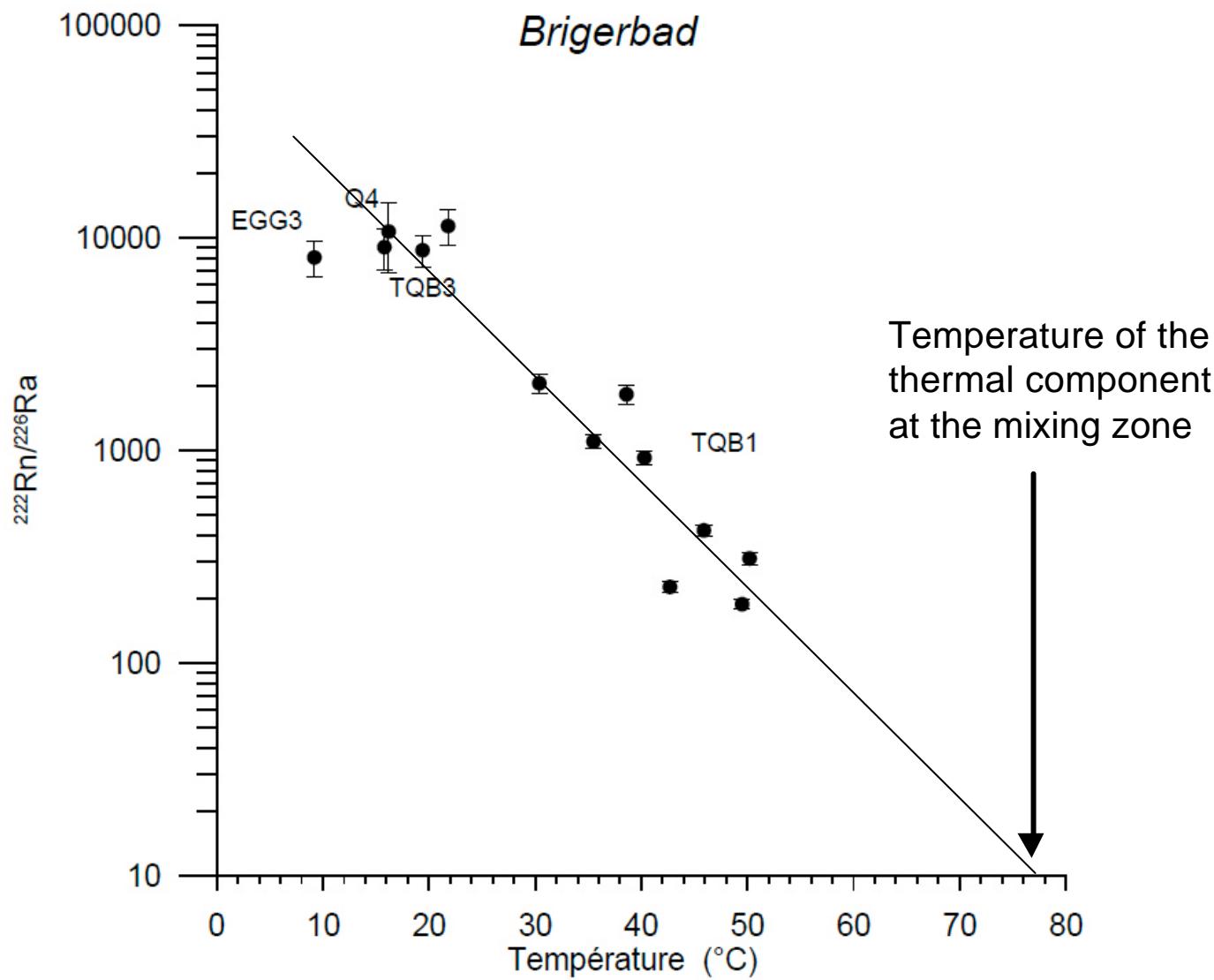


Figure 5.26: Rapport $^{222}\text{Rn}/^{226}\text{Ra}$ par rapport à la température pour le site de Brigerbad.

François Gainon, Les isotopes radioactifs de la série de l'uranium-238 (^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{234}U et ^{238}U) dans les eaux thermales de Suisse, thesis, Université de Neuchâtel, 2008

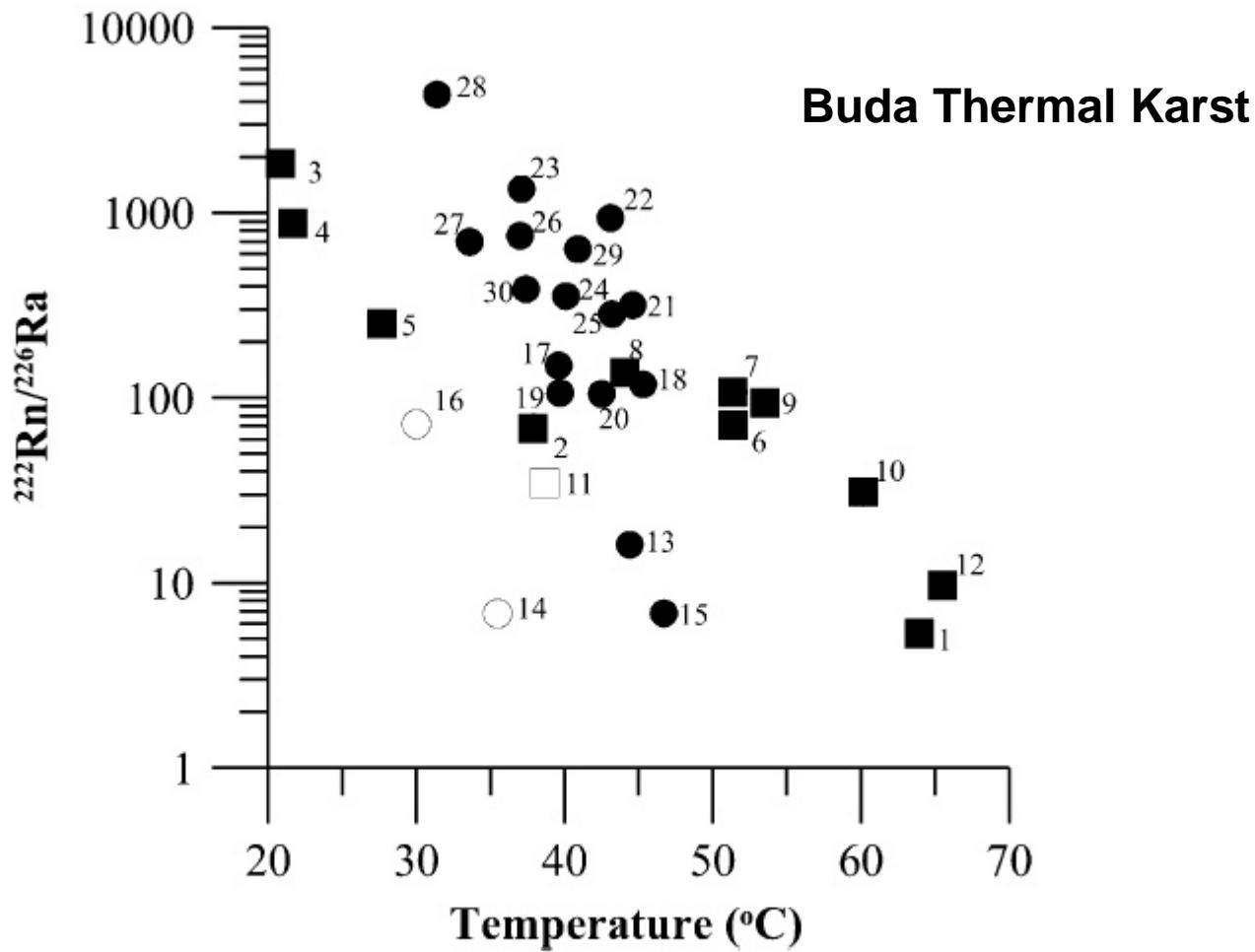
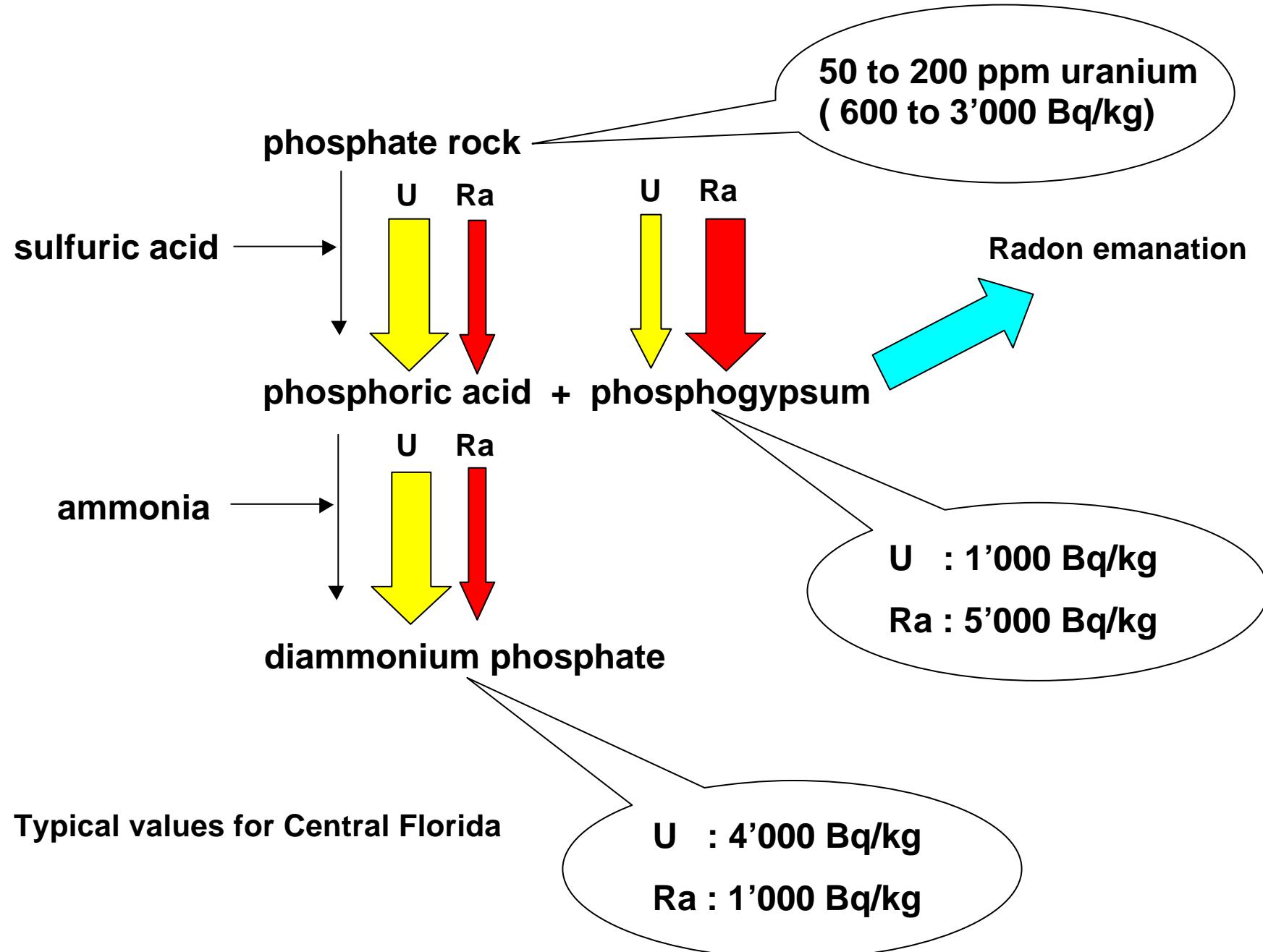


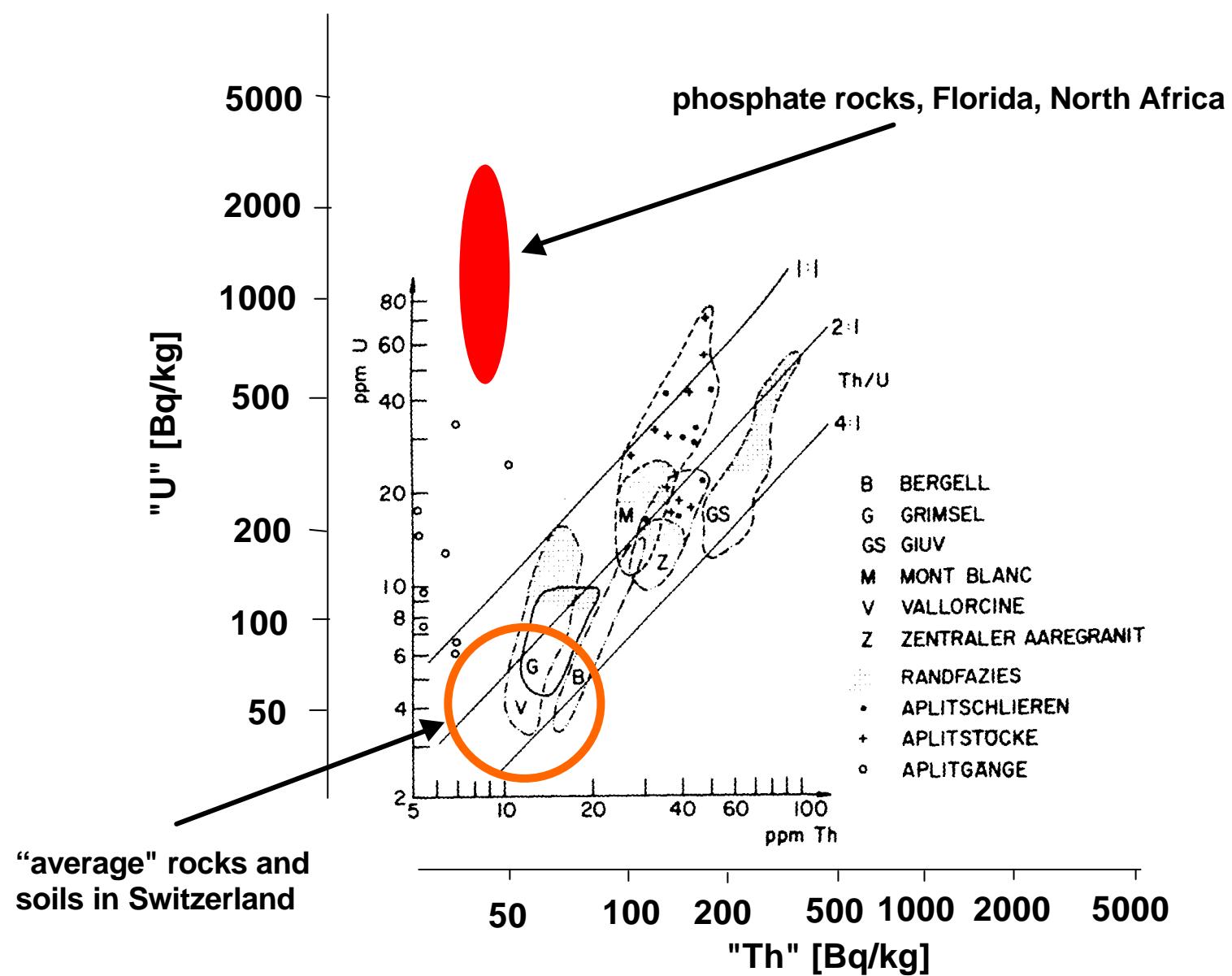
Fig. 12. $^{222}\text{Rn}/^{226}\text{Ra}$ ratio vs. temperature plot. Squares indicate the North System, dots the South System, and empty symbols the non-operating well data.

Radionuclides as natural tracers for the characterization of fluids in regional discharge areas, Buda Thermal Karst, Hungary, Anita Eross , Judit Madl-Szonyi, Heinz Surbeck, Akos Horvath, Nico Goldscheider, Anita E. Csoma, Journal of Hydrology 426–427 (2012) 124–137

Phosphates

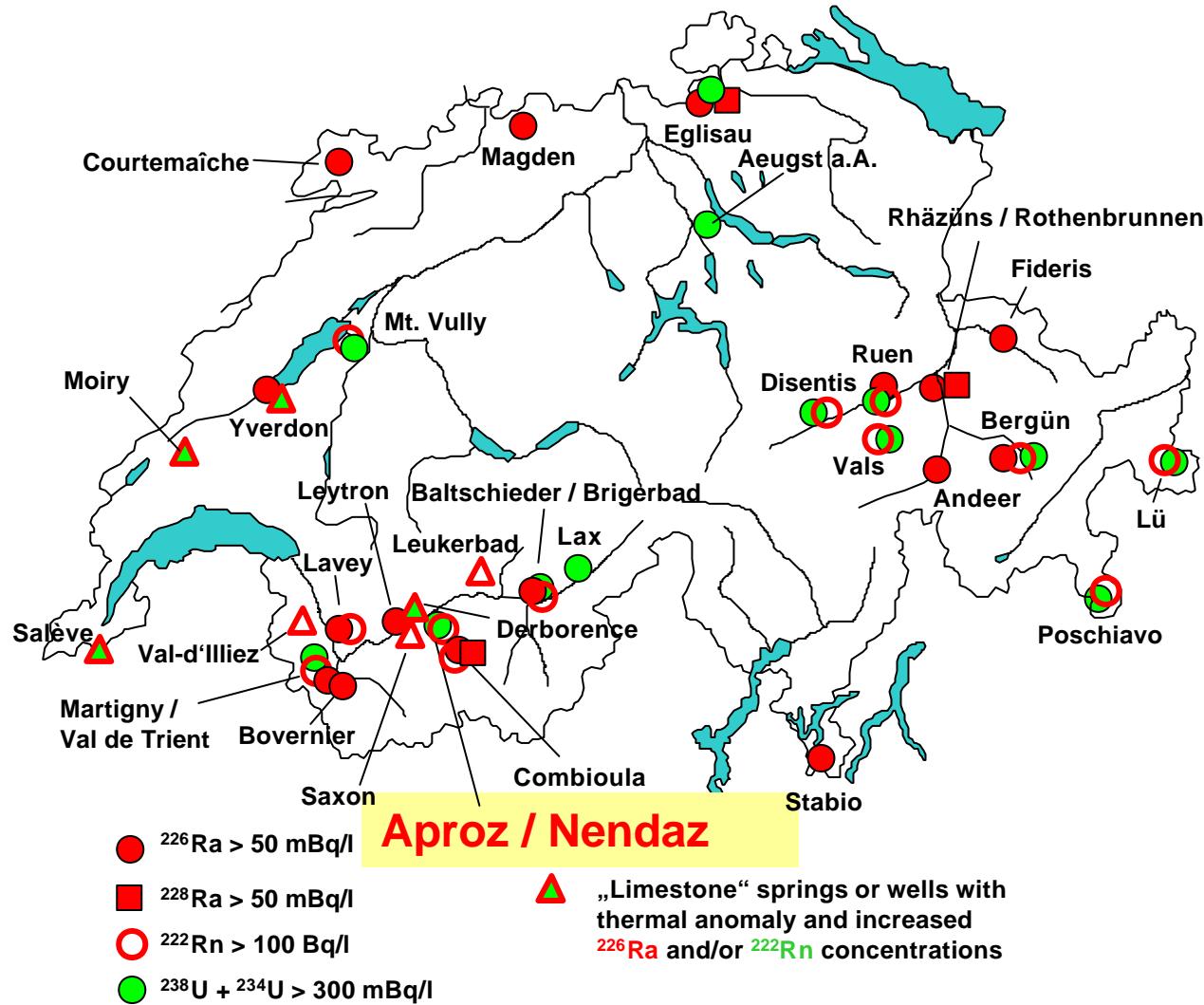
« there is a natural and unavoidable connection between phosphate mining and radioactive material. It is because phosphate and uranium were laid down at the same time and in the same place by the same geological processes millions of years ago. They go together. **Mine phosphate, you get uranium** »

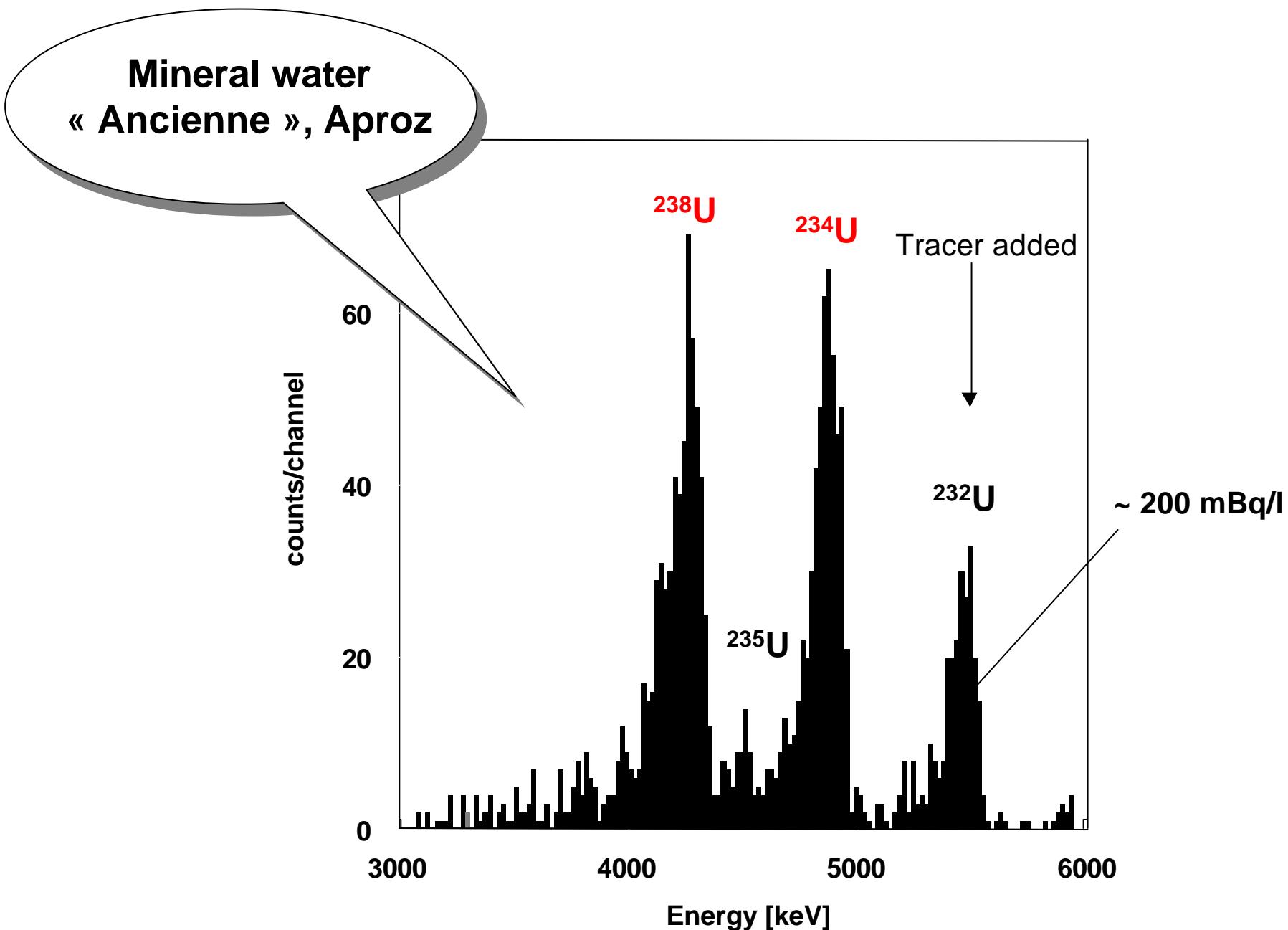




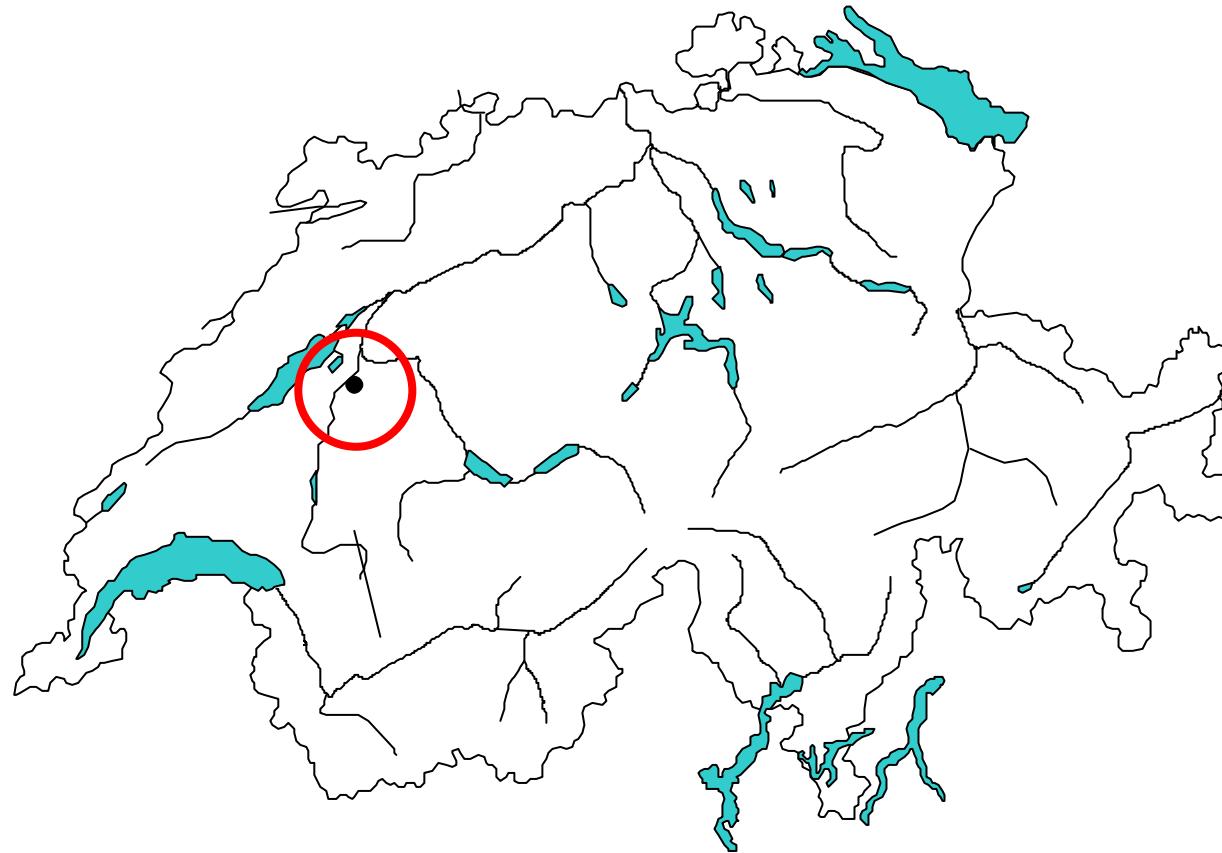
Distribution after : Labhart T.P. und Rybach L., Granite und Uranvererzungen in den Schweizer Alpen, Beiträge zur Geologie der Schweiz, Kleinere Mitteilungen, Nr. 60, Kümmerly & Frey, Bern, 1974

Anhydrite / Gypsum



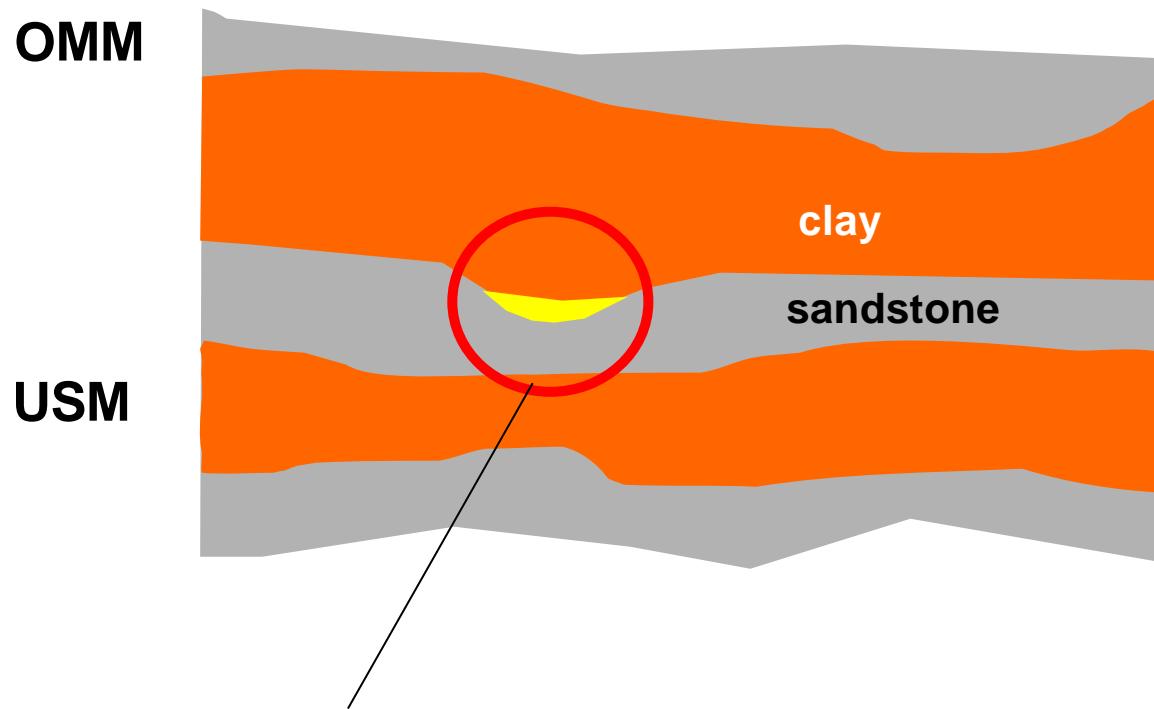


Clays, fossils, coal

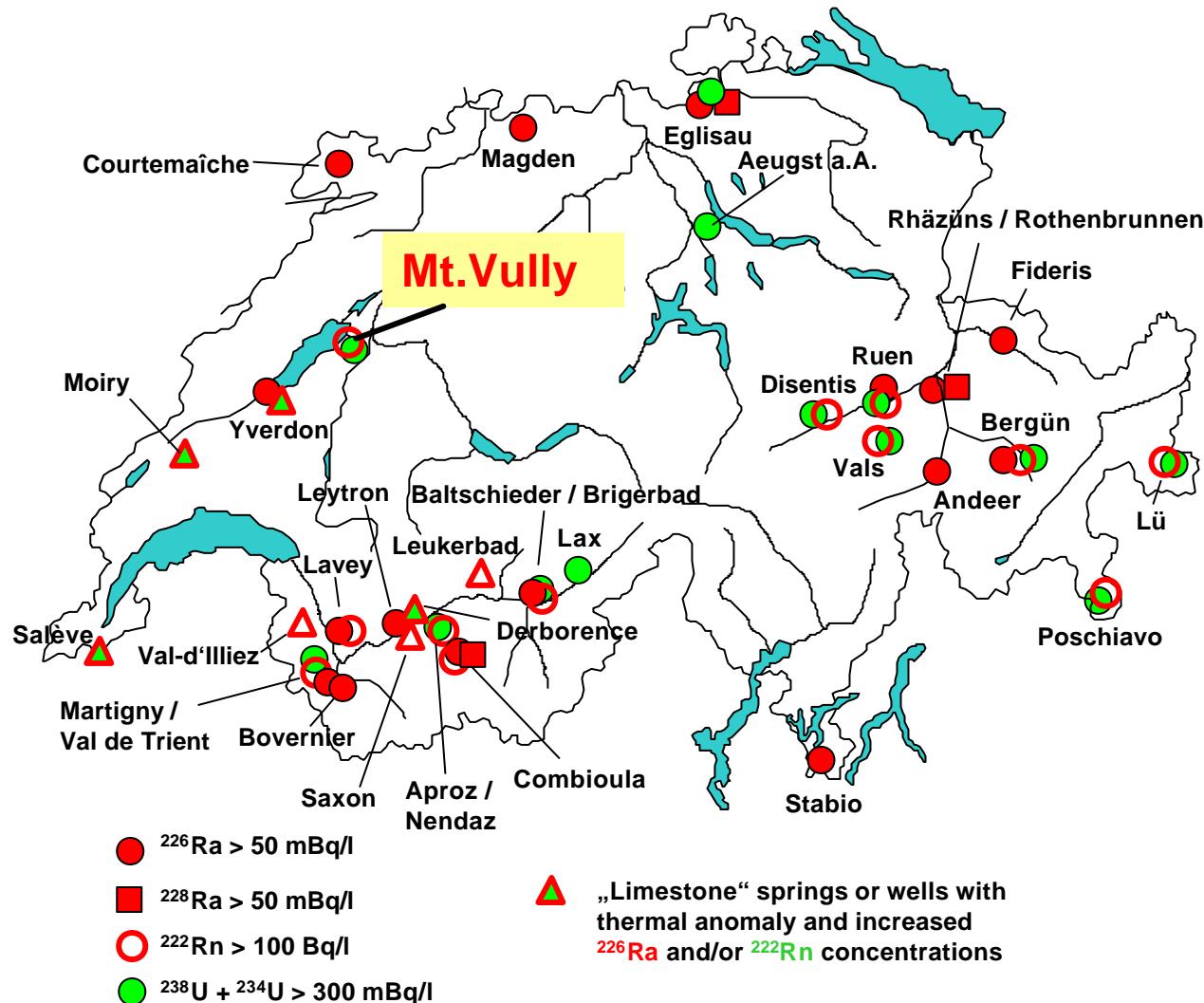


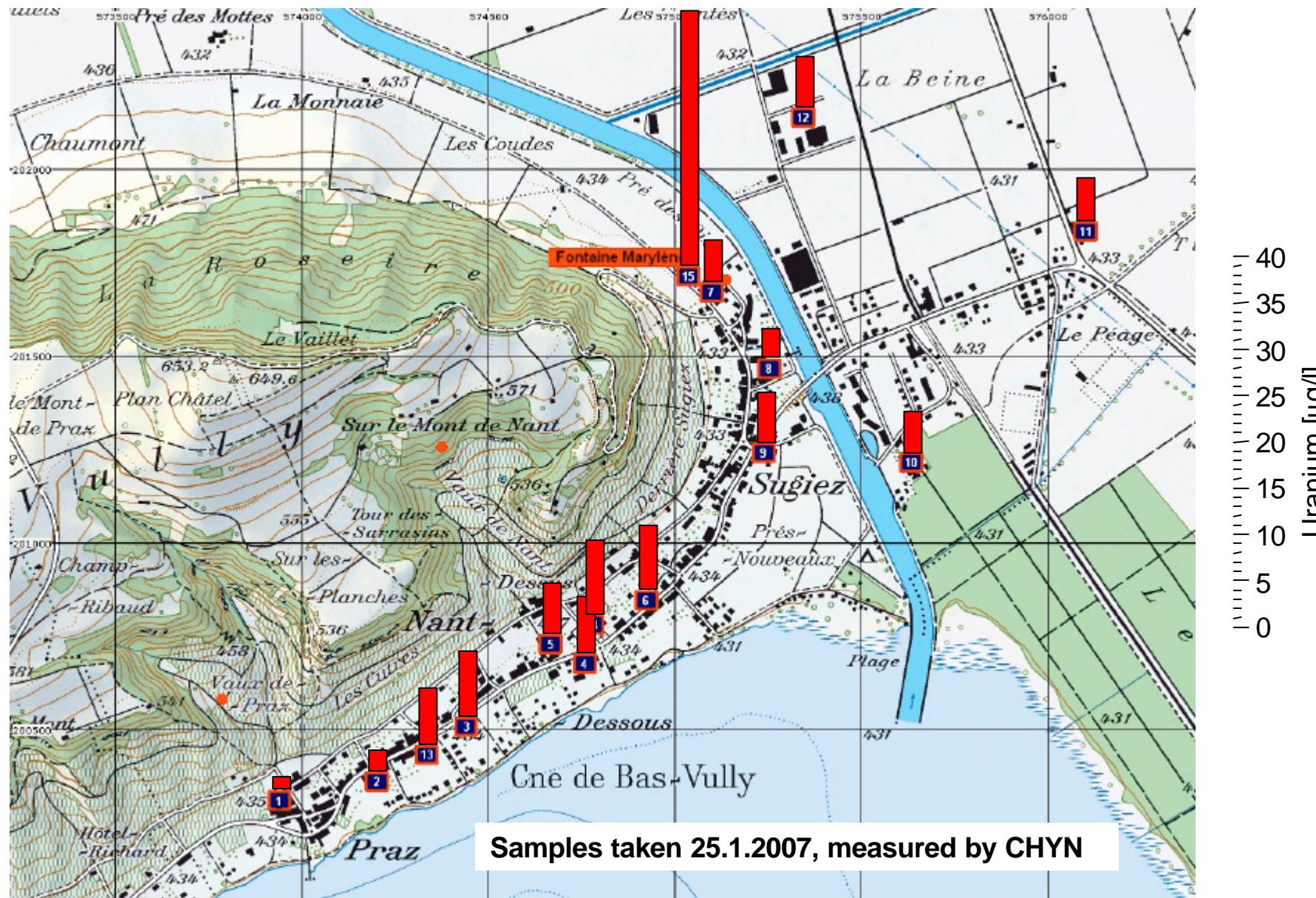
**Increased indoor gamma dose rates in houses built with
bricks from "Ziegelei Düdingen"**

Les Dailles, Wallenried



**Placer deposit in former creek,
black sand with heavy minerals and gold,
some 100 ppm uranium**





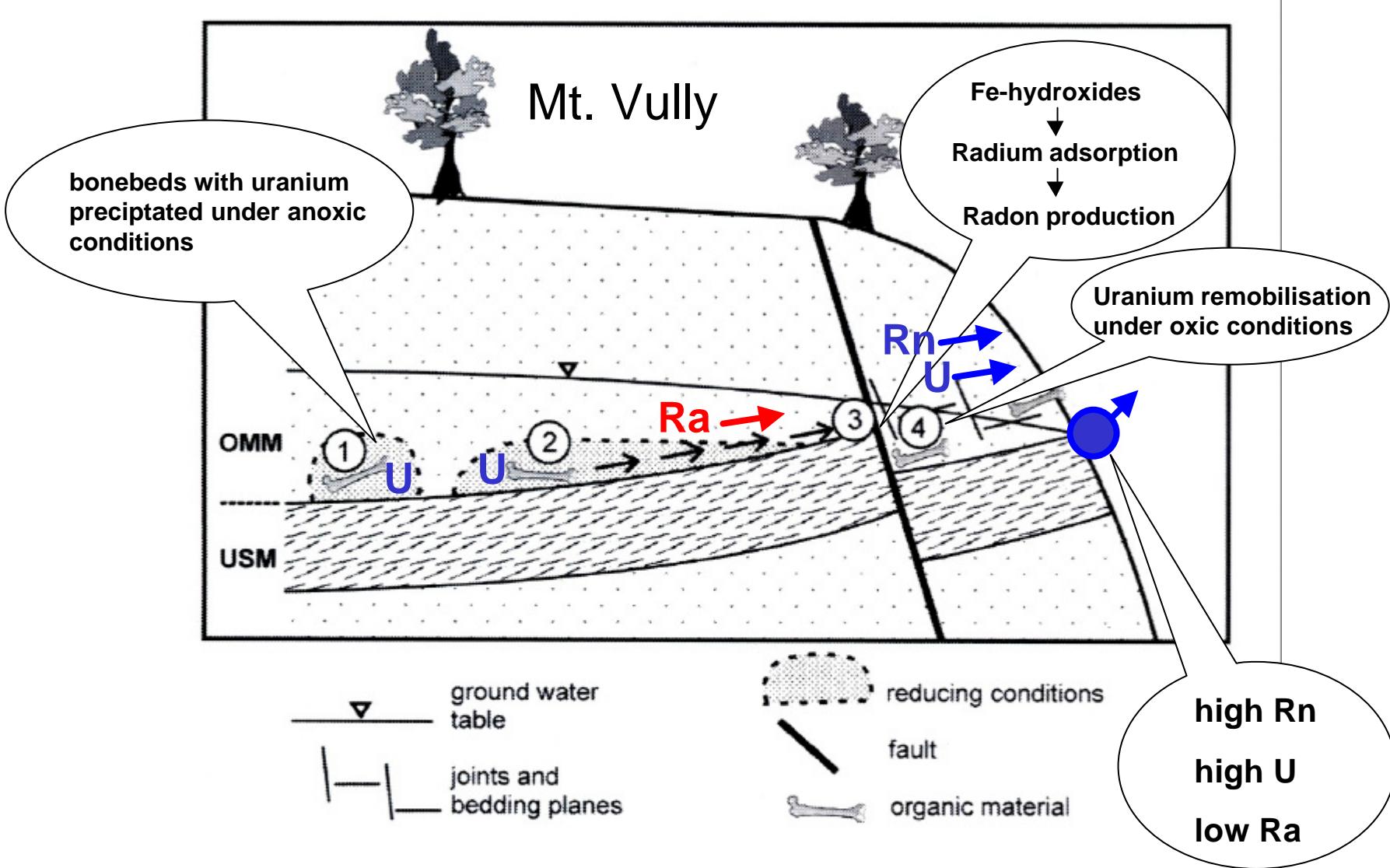
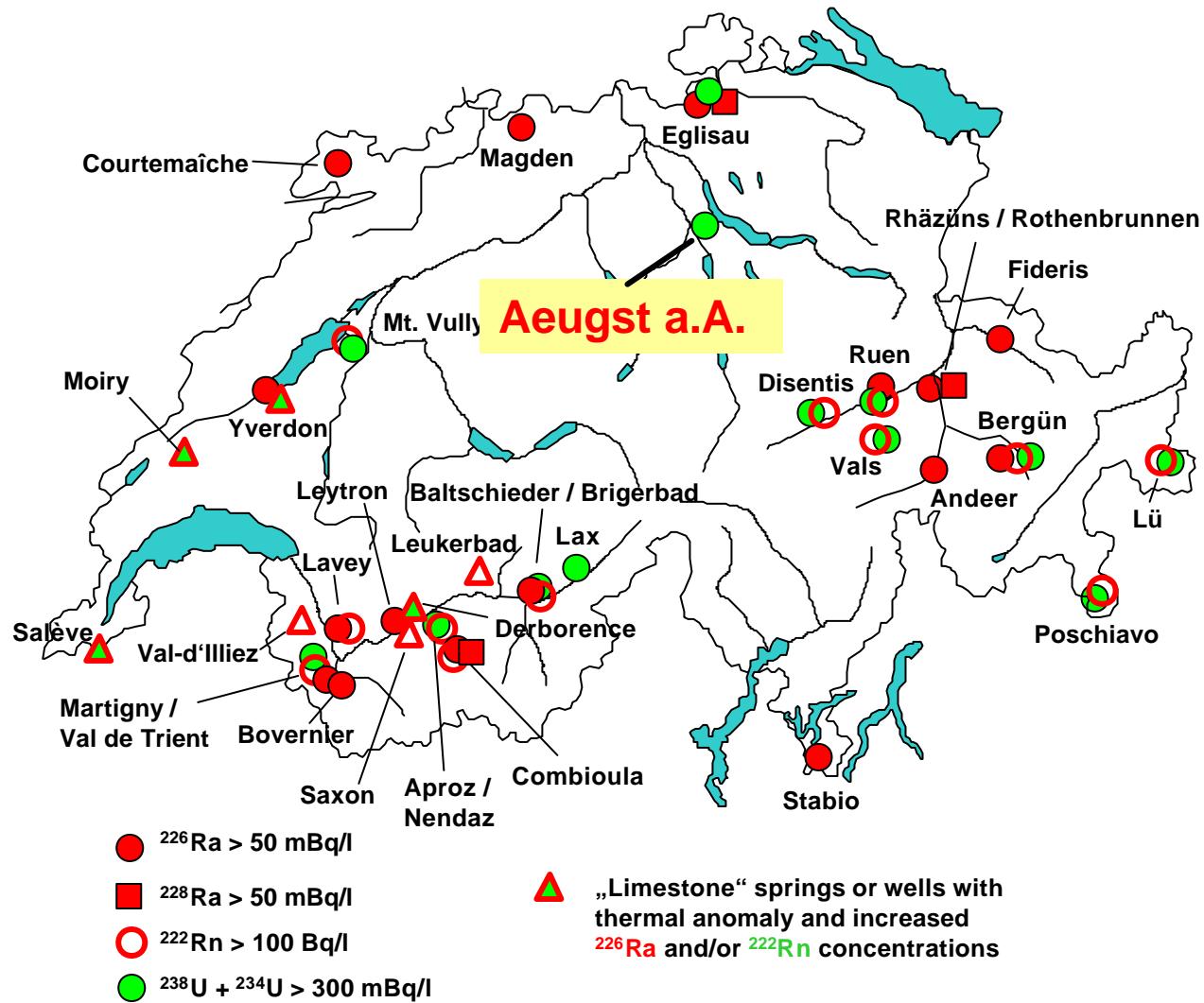
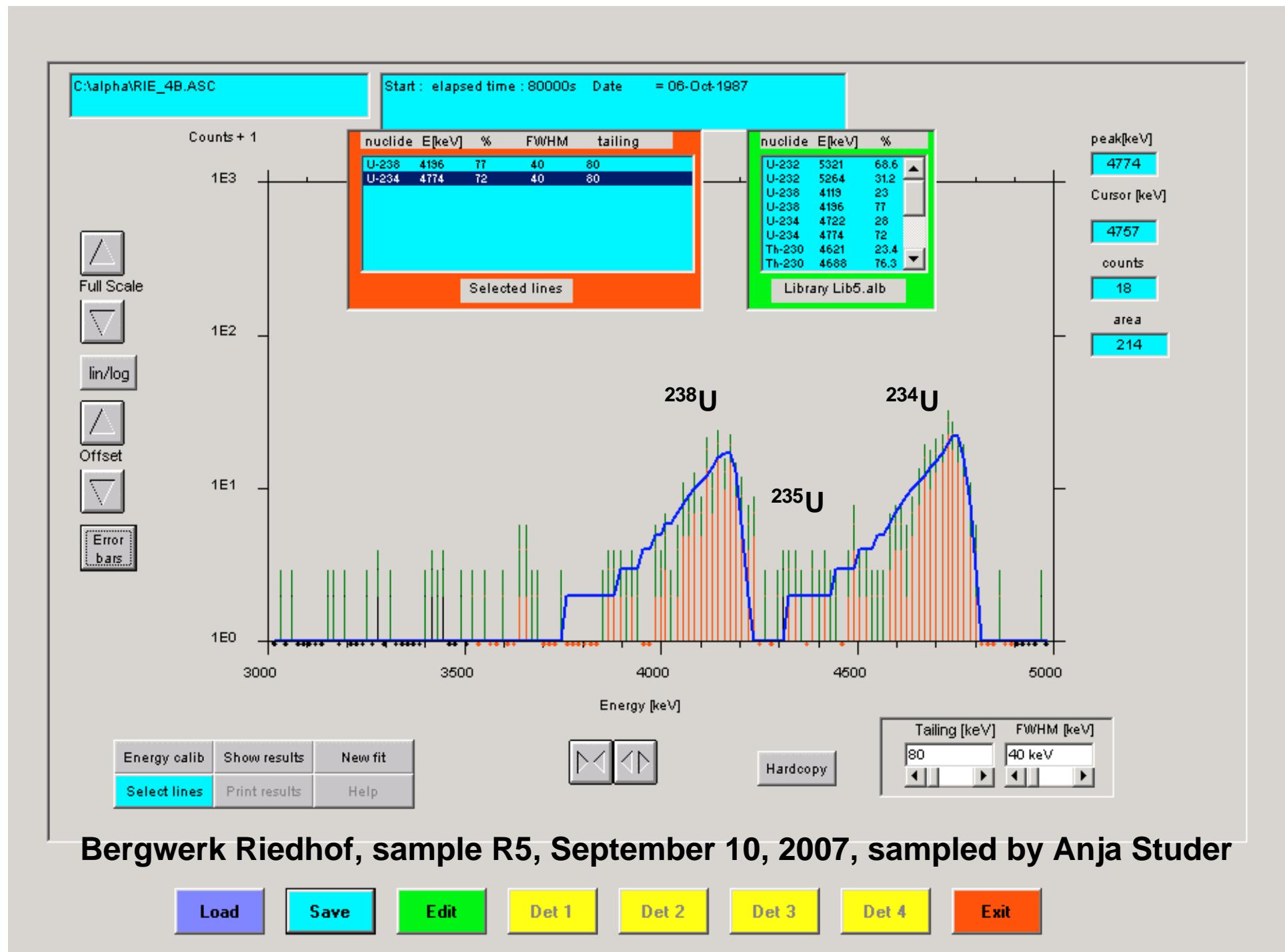


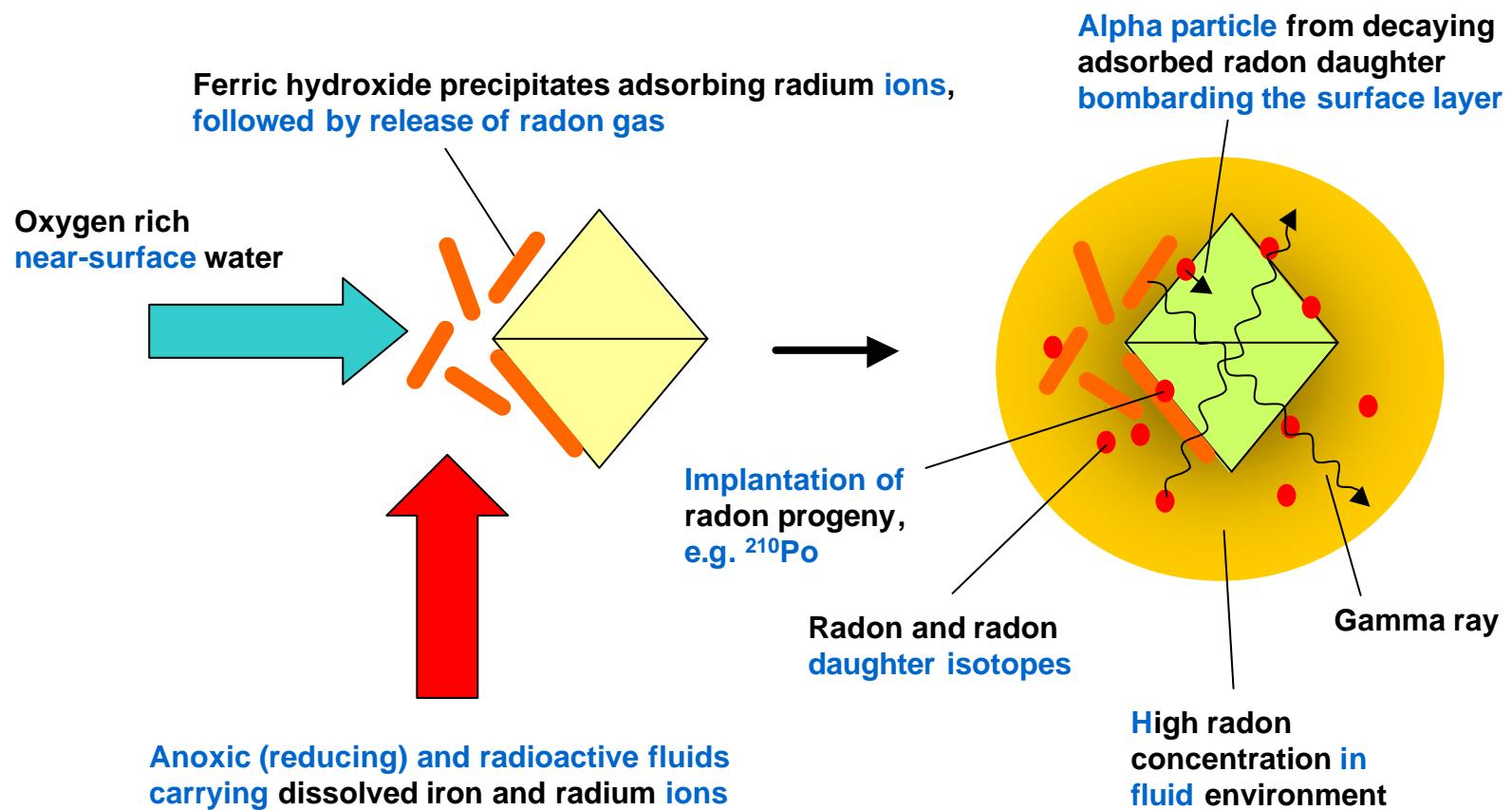
Fig. 5. Synoptical sketch of radionuclide enrichment, mobility and displacement at Mt. Vully and Les Dailles. The numbers indicate processes, which are explained in the text.

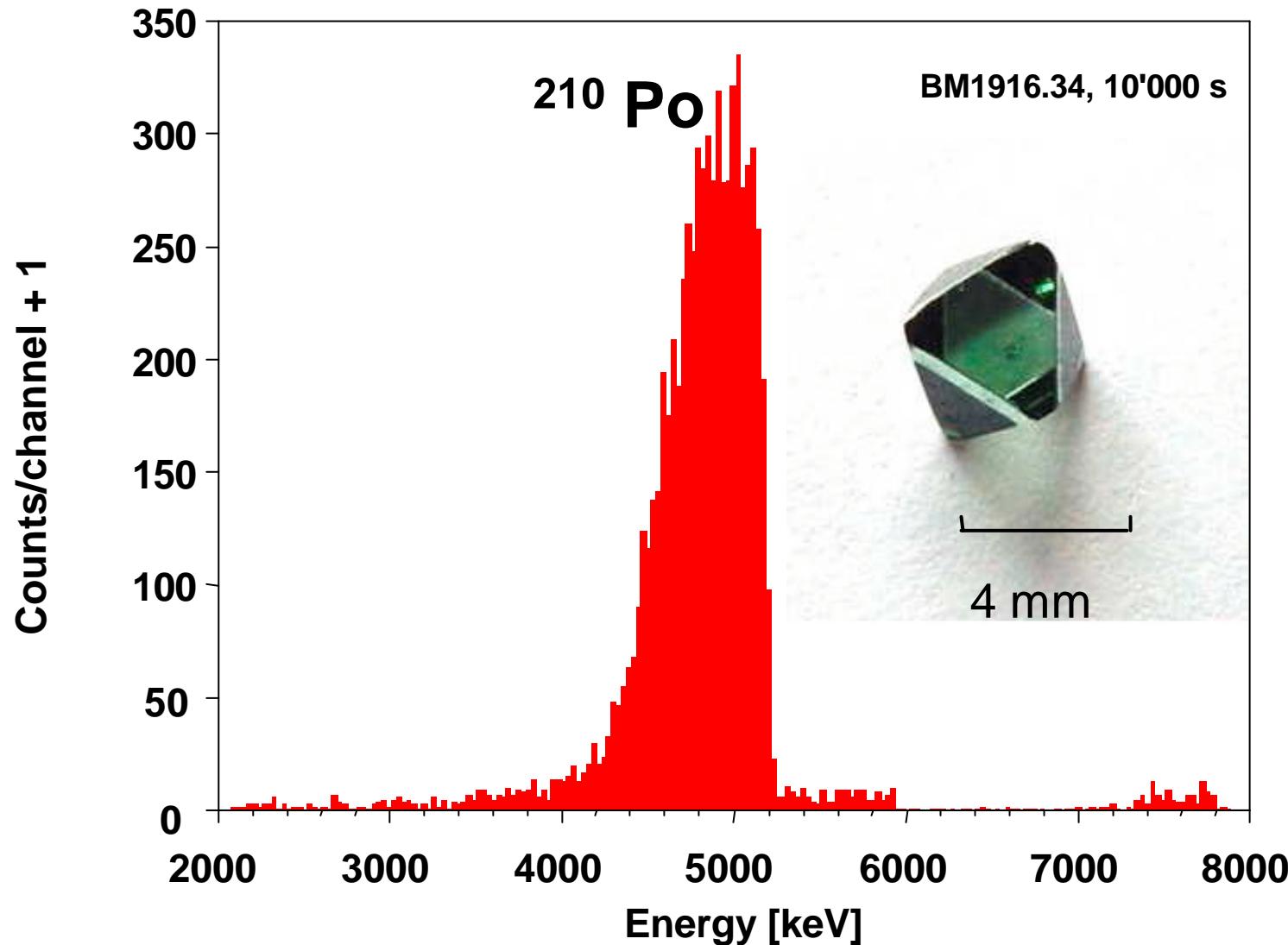
Bernd Schott & Jens Wiegand, Processes of radionuclide enrichment in sediments and ground waters of Mont Vully (Canton Fribourg, Switzerland, Eclogae geol. Helv. 96 (2003) 99-107



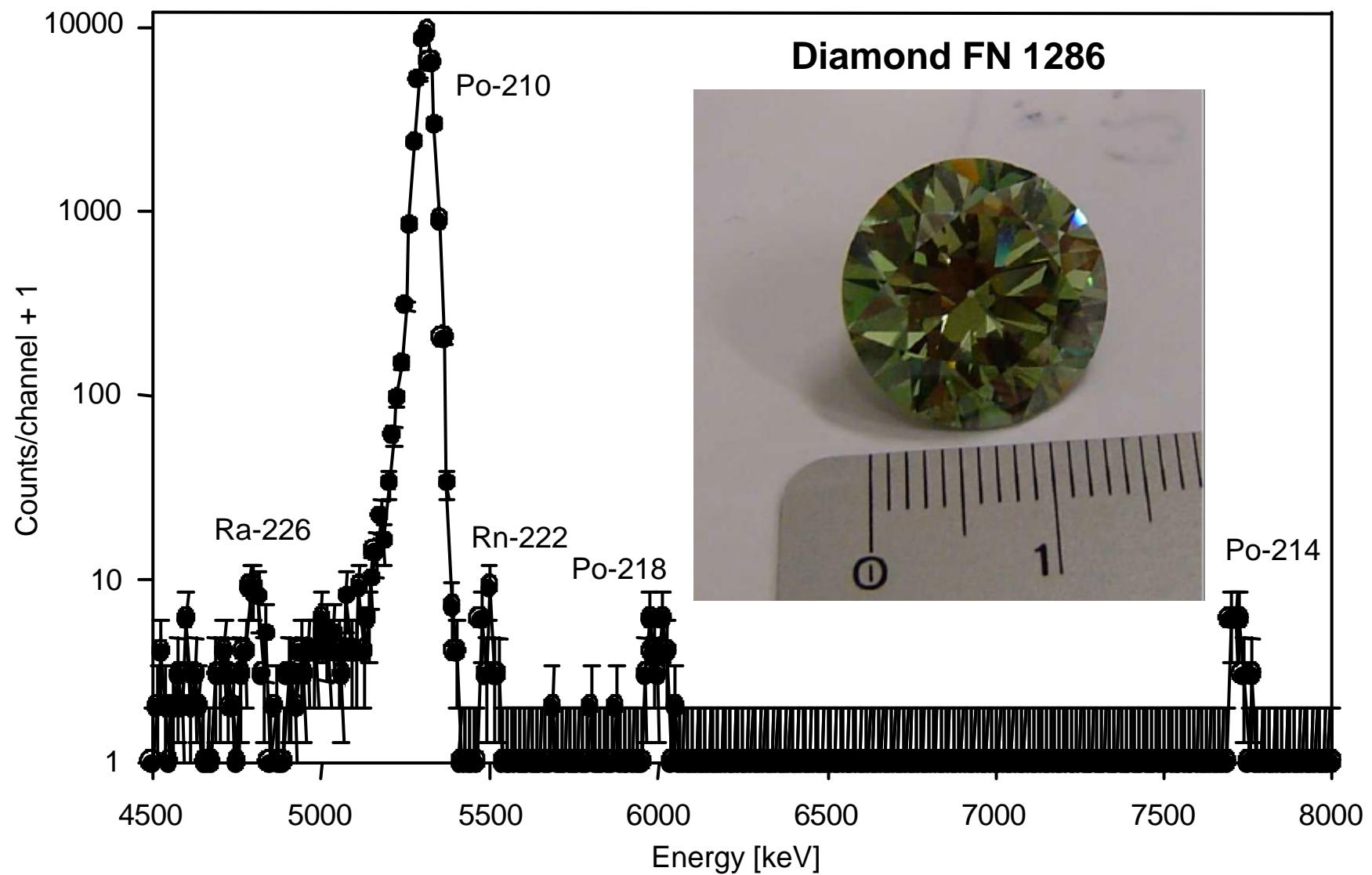


Diamond irradiation in natural fluid environments



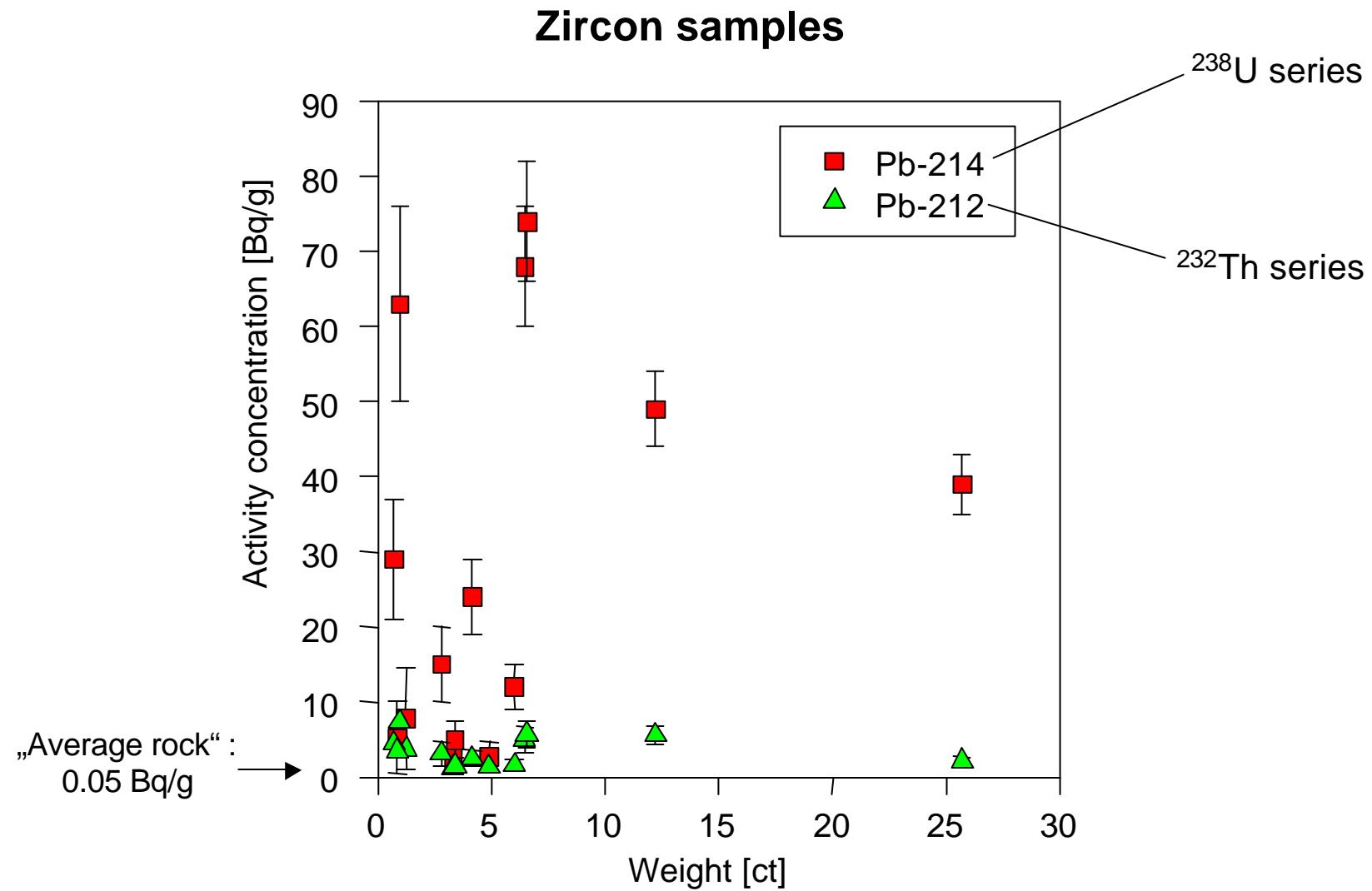


Alpha spectrum of a green diamond irradiated with a radium salt around 1910 by Sir William Crookes. Measured (in air) 2004 in the Natural History Museum London by George Bosshart.

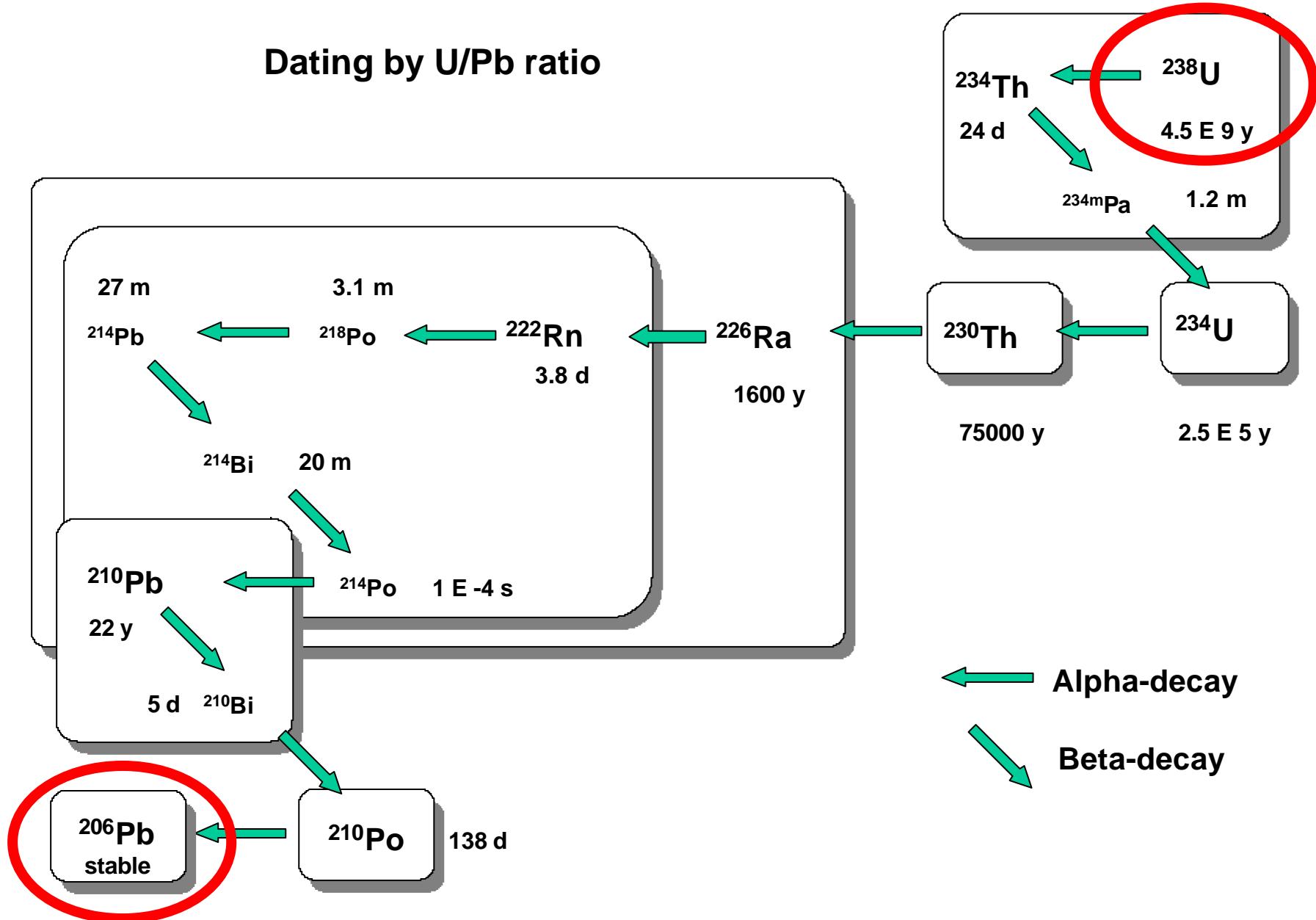


Alpha spectrum of a diamond (13 ct) irradiated with radium, probably around 1965 in Russia.
Total activity : ~ 500 Bq ^{210}Po . Measured in vacuum.

Other gemstones



Dating by U/Pb ratio



Rare earths





NiMH-battery

contains LaNi₅

Natural isotope : ¹³⁸La

Abundance : 0.07 %

Half-life : 1.1e11 y,

Gamma emitter : 788 keV, 1436 keV

About 5 Bq/battery



Monazite

```
graph LR; Monazite --> Thorium; Monazite --> REElements
```

Thorium
Rare Earth Elements

fresh

Gas mantle

Thorium, Yttrium, Cerium

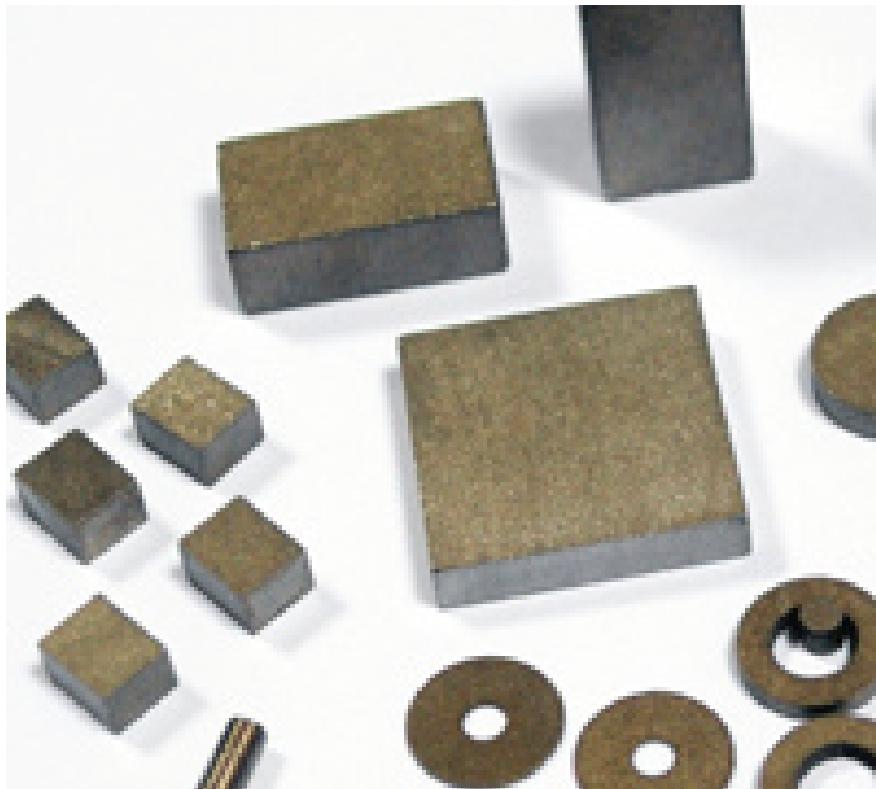
Natural isotope : ^{232}Th

Abundance : 100%

Half-life : $1.4\text{e}10\text{y}$

Alpha emitter : 4-7 Mev

approx. 1'000 Bq/gas mantle



Permanent magnets

SmCo :

Natural isotope : ^{147}Sm

Abundance : 15.1%

Half-life : 1.06e11y

Alpha emitter : 2.23 Mev

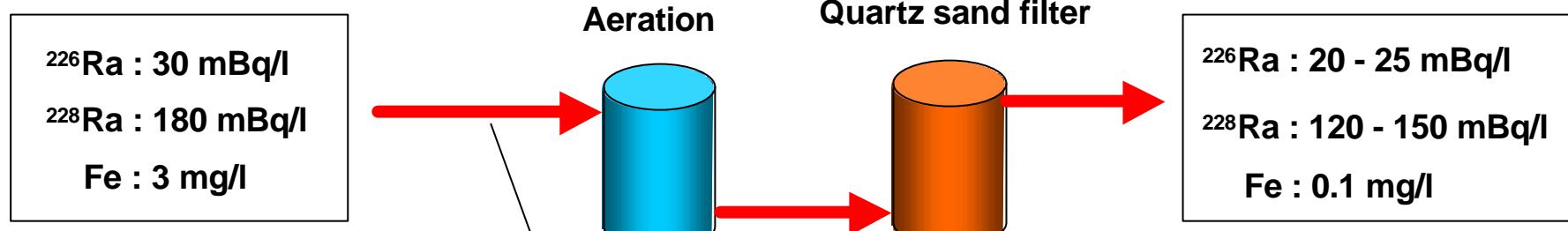
approx. 150 Bq/g Sm

Sludges

St. Placidus

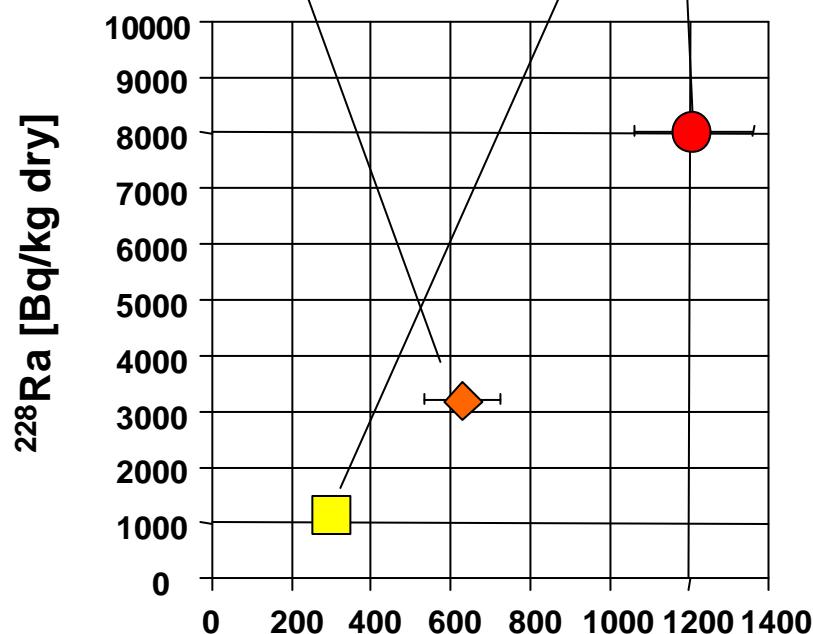
Rn : 650 Bq/l



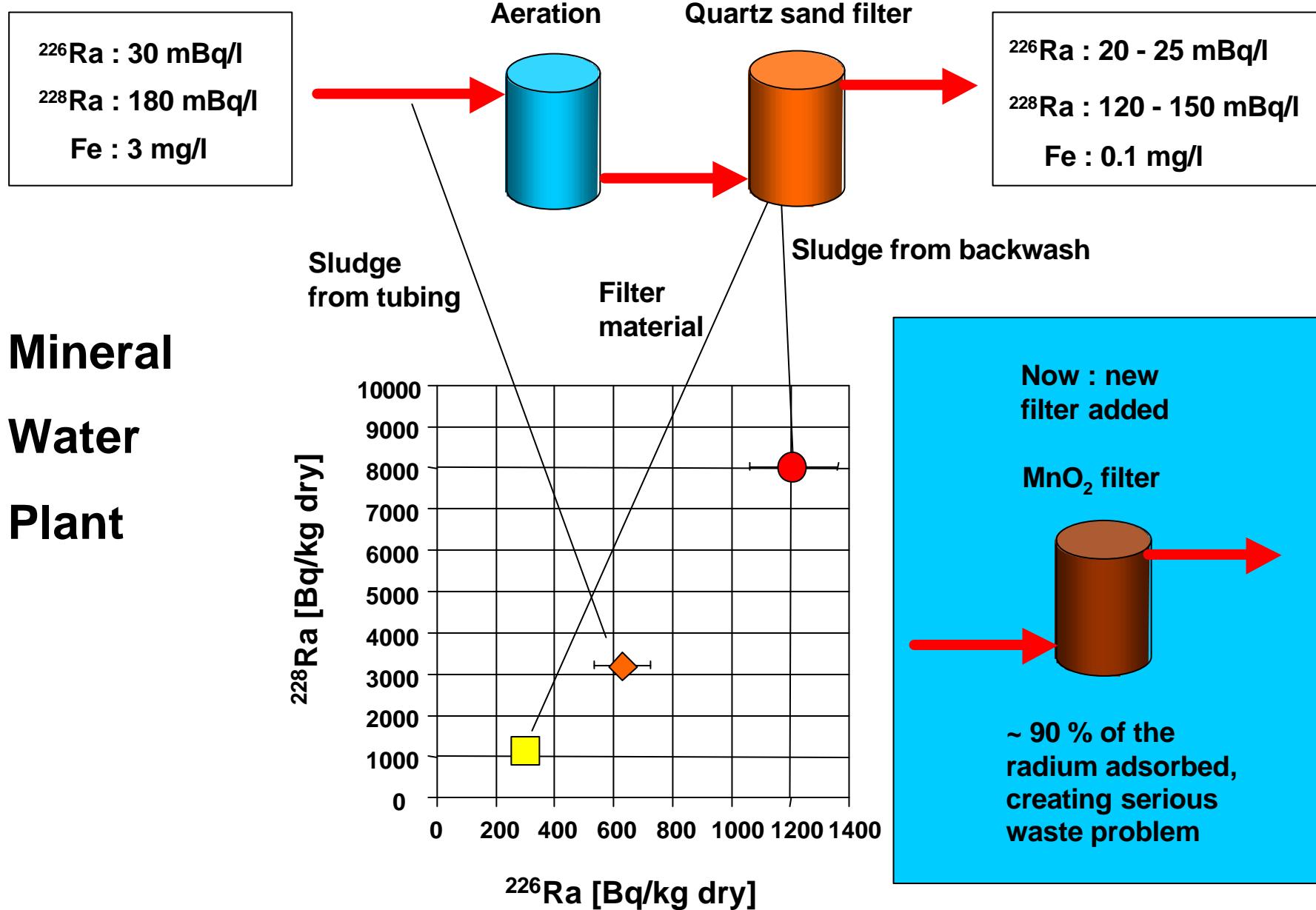


Sludge from tubing Sludge from backwash
 Filter material

Mineral Water Plant



50 mBq/l \rightarrow kBq/kg



Oct 12 2010

1 COMMENT

Tags: Bauxite, Environmental Catastrophe, Hungary, India, Jamaica, MAL Zrt, Pollution, Red Mud, Samarendra Das

Hungary's worst-ever environmental disaster

The residents described « a mini-tsunami ». A toxic one.

Last Monday, the red mud reservoir of an alumina plant ruptured in Hungary, near Ajka, 165km west of Budapest. As a result, 1.1 million cubic meters of red mud wiped out several villages through waves more than 2 meters high. It flooded 40 square kilometers of land, including affluents of the Danube, then reached one of Europe's longest river on Thursday morning. So far, 7 people have been killed, 1 is still missing, and more than 150 have been injured, mostly by chemical burns. The death toll is still expected to rise.



Geothermal Power Plant

Fluid batch samples

Sample	^{226}Ra [mBq/l]	^{228}Ra [mBq/l]	^{238}U [mBq/l]	^{234}U [mBq/l]
Well-2	844 ± 26	716 ± 41	5 ± 3	12 ± 4
Well-4	64 ± 8	69 ± 13	10 ± 4	< 5

Residue samples (mainly iron- and manganese- oxihydroxides)

Residue from filter

Residue from tubing

Nuclide	Activity [kBq/kg fresh]	Nuclide	Activity [kBq/kg fresh]
^{238}U	< 0.1	^{238}U	< 0.1
^{226}Ra	16 ± 1	^{226}Ra	8 ± 1
^{228}Ra	7 ± 1	^{228}Ra	4 ± 1
^{210}Pb	137 ± 7	^{210}Pb	178 ± 1



Thank you for your attention

heinz.surbeck@sensememail.ch

ksurbeck@ethz.ch

www.nucfilm.com