

# Suivi de la contamination de l'uranium par son dosage dans les urines, l'expérience belge.

---

Christian Hurtgen

27 novembre 2001<sup>p1</sup>

# Mesure de l'uranium urinaire I : Physico - chimique

---

- Fluorimétrie classique
  - MDA =  $1\mu\text{g}/24\text{h}$
- Fluorimétrie induite par Laser (LIF)
- Analyseur de la cinétique de Phosphorescence  
KPA
  - MDA =  $0.001\ \mu\text{g}/\text{l}$
- Mesure de la masse d'uranium
- Toxicité chimique

# Mesure de l'uranium urinaire II : Spectrométrie de masse

---

- Spectrométrie de masse
  - Thermal Ionization Mass spectrometry TIMS
    - ◆ MDA = 0.001  $\mu\text{g/l}$
  - Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry ICP-MS
    - ◆ MDA = 0.004  $\mu\text{g/l}$
- Mesure de la masse des différents isotopes de l'U
  - 238, 235, 236, (234), (233), (232)

# Masse exprimée en activité

$\text{MDA} = 0.001 \mu\text{g} = 1 \text{ ng}$

<b>U Isotope</b>	<b>mBq / 0.001 <math>\mu\text{g}</math></b>
<b>238</b>	0.012
<b>235</b>	0.080
<b>234</b>	231
<b>236</b>	2.39

# Mesure de l'uranium urinaire III : Spectrométrie $\alpha$

---

- Spectrométrie  $\alpha$ 
  - SCK·CEN
  - MDA = 0.1 mBq/24h
  - Temps de comptage 250000 secondes
- Mesure de l'activité de tous les isotopes d'U
  - même MDA en activité pour tous les isotope
- Radio-toxicité

# Activité exprimée en masse

$\text{MDA} = 0.1 \text{ mBq} = 0.0001 \text{ Bq}$

---

<b>U Isotope</b>	<b>ng / 0.1 mBq</b>
<b>238</b>	8
<b>235</b>	1.3
<b>234</b>	0.0004
<b>236</b>	0.040

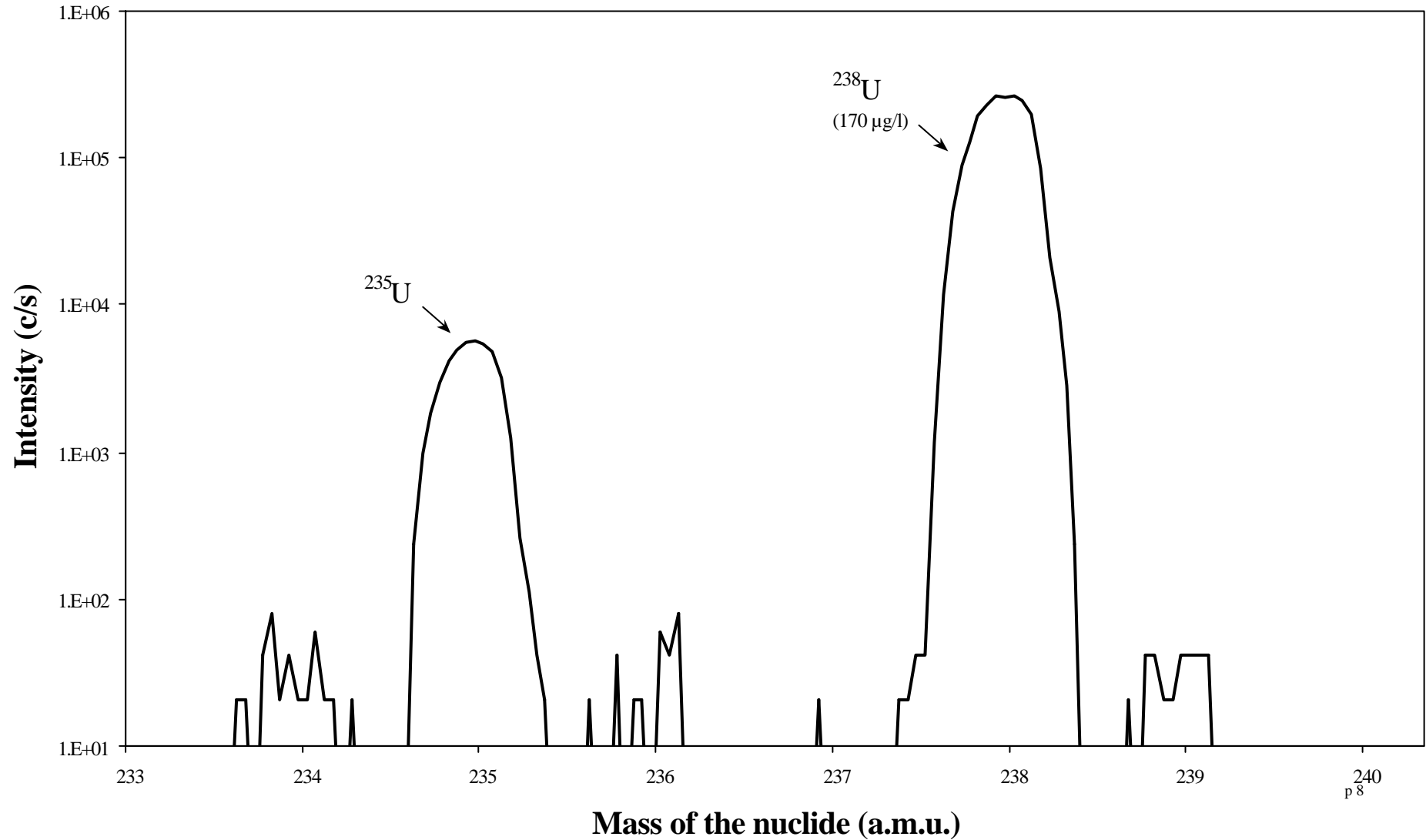
# Uranium naturel

## $1 \mu\text{g} = 25 \text{ mBq}$

- $0.1 \text{ mBq} = 0.0039 \mu\text{g}$
- $1 \mu\text{g} = 25 \text{ mBq}$
- $^{234}\text{U}/^{238}\text{U} = 1.03$

	<b>% Poids</b>	<b>mBq</b>	<b>% activité a</b>
$^{238}\text{U}$	99.2745	12.3	48.16
$^{235}\text{U}$	0.72	0.58	2.25
$^{234}\text{U}$	0.0055	12.7	49.59

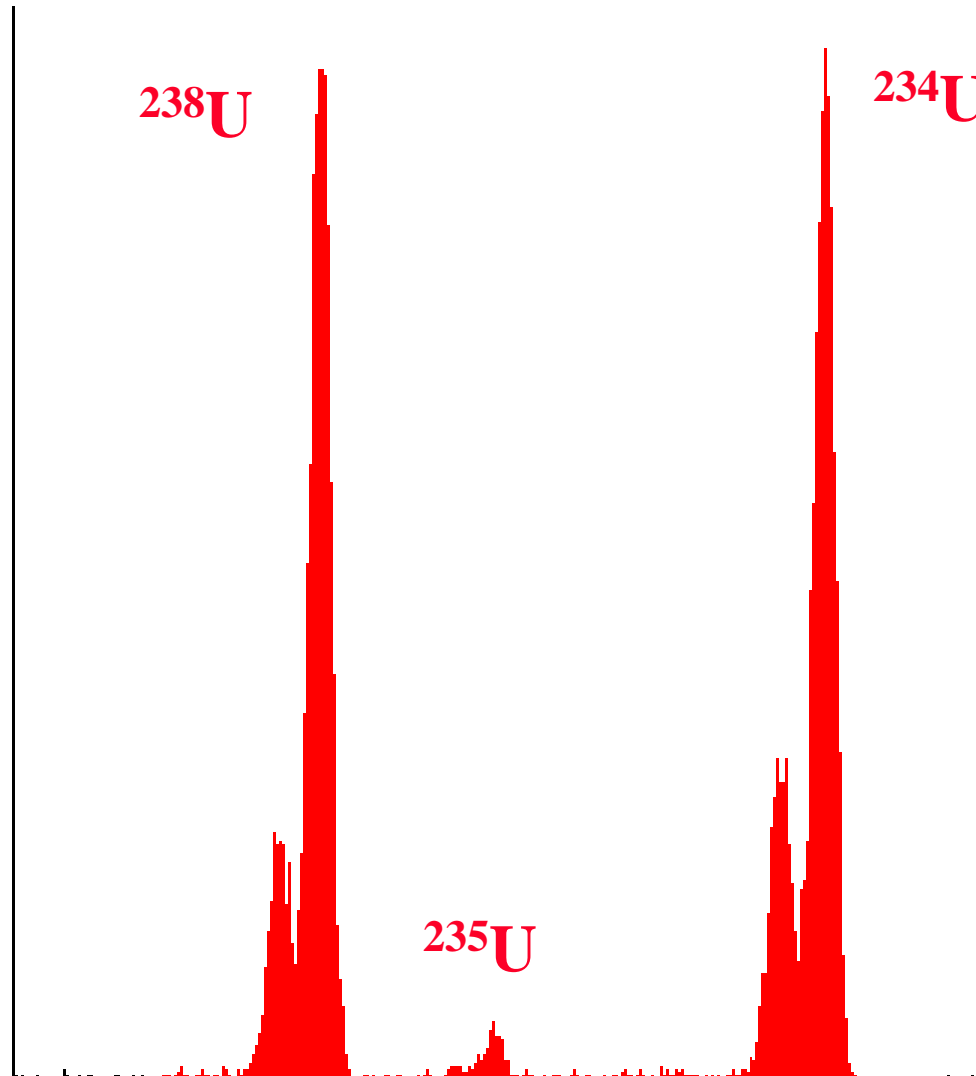
# Spectre de masse d'uranium naturel





# Spectre $\alpha$ d'uranium naturel

$^{234}\text{U}/^{238}\text{U} = 1.04$



# Uranium enrichi à 3.5%

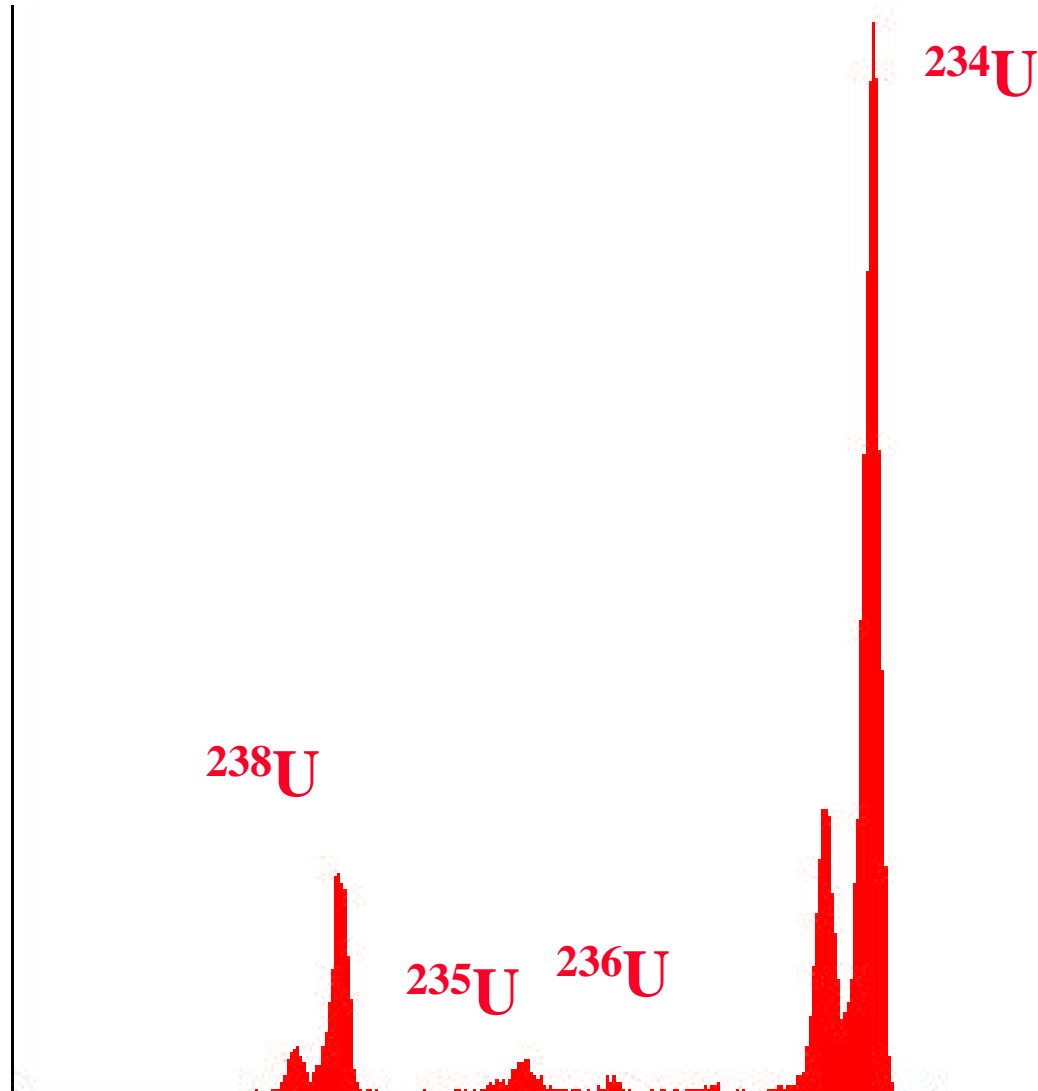
## $1\mu\text{g} = 82\text{ mBq}$

- $0.1\text{ mBq} = 0.0012\ \mu\text{g}$
- $1\mu\text{g} = 82\text{ mBq}$
- $^{234}\text{U}/^{238}\text{U} = 5.6$

	<b>% Poids</b>	<b>mBq</b>	<b>% Activité a</b>
$^{238}\text{U}$	96.4710	12	14.73
$^{235}\text{U}$	3.5000	2.8	3.44
$^{234}\text{U}$	0.02884	67	81.84

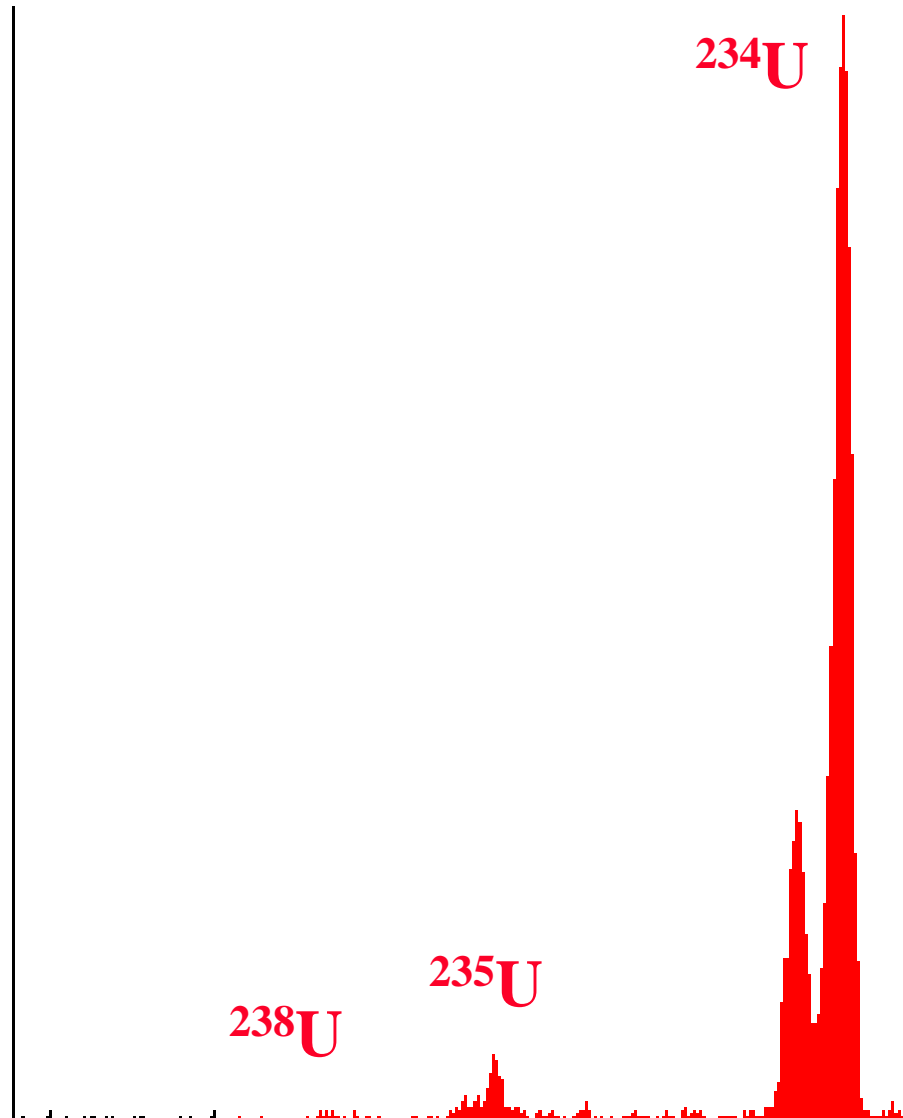
# Spectre $\alpha$ d'uranium enrichi à 4%

$^{234}\text{U}/^{238}\text{U} = 12.5$



# Spectre $\alpha$ d'uranium enrichi à 93%

$^{234}\text{U}/^{238}\text{U} = 1000$



# Uranium appauvri

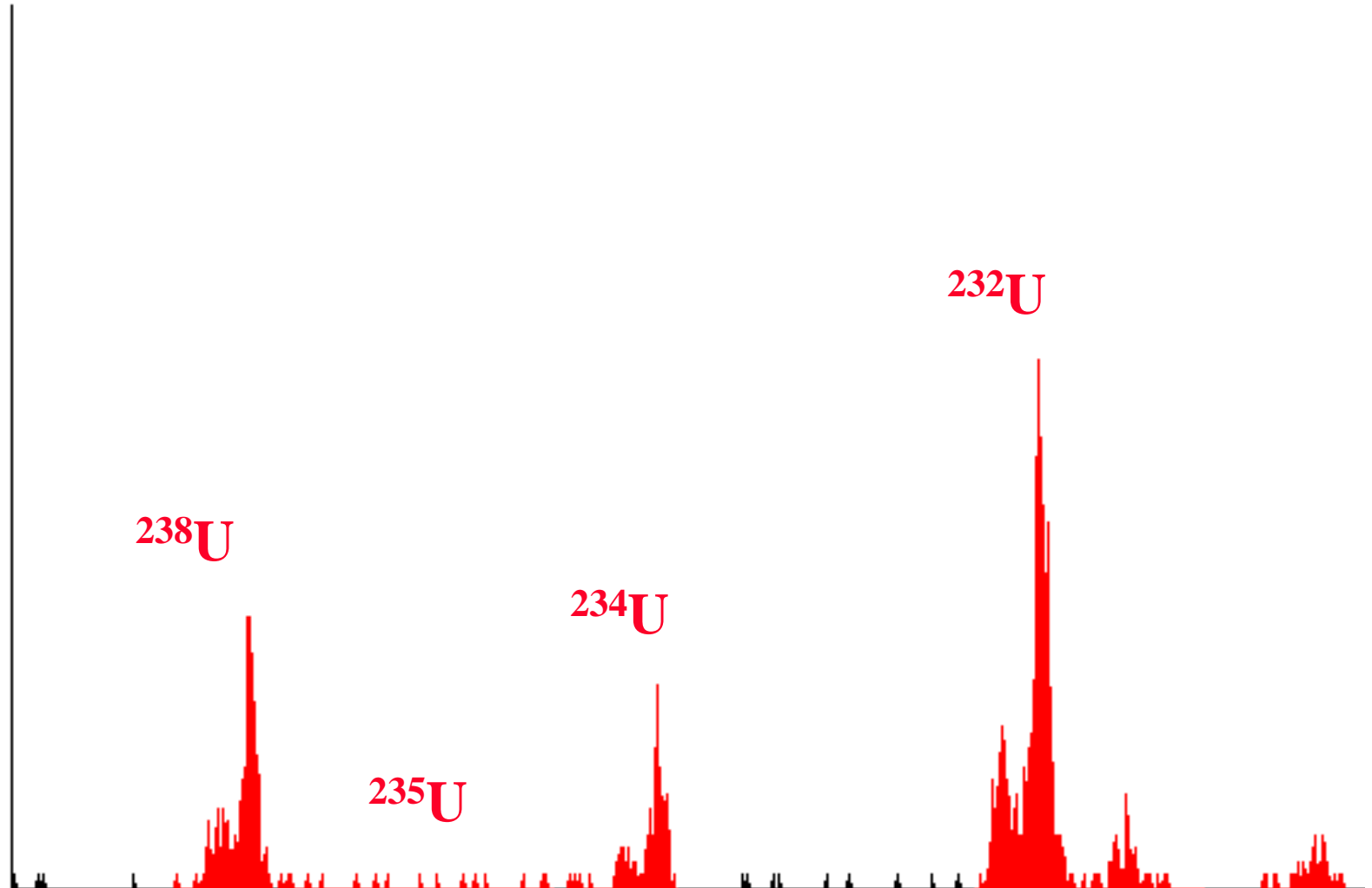
## $1\mu\text{g} = 15\text{ mBq}$

- $0.1\text{ mBq} = 0.0067\ \mu\text{g}$
- $1\ \mu\text{g} = 15\text{ mBq}$
- $^{234}\text{U}/^{238}\text{U} = 0.19$

	<b>% Poids</b>	<b>mBq</b>	<b>% Activité a</b>
$^{238}\text{U}$	99.8000	12.4	83.39
$^{235}\text{U}$	0.2000	0.16	1.07
$^{234}\text{U}$	0.0010	2.3	15.53

# Spectre $\alpha$ d'uranium appauvri

$^{234}\text{U}/^{238}\text{U} = 0.54$





# Uranium dans les urines Population

---

- ICRP23 Reference Man 0.05 - 0.5  $\mu\text{g/l}$
- India (Bombay) 0.003 - 0.040  $\mu\text{g/l}$
- Israël 0.006 - 0.030  $\mu\text{g/l}$
- Germany 0.010  $\mu\text{g/l}$



# U naturel dans l'environnement

## rapport $^{234}\text{U} / ^{238}\text{U}$

	$^{234}\text{U} / ^{238}\text{U}$
<b>Minerais d'U</b>	1
<b>Eau de mer</b>	1.14
<b>Eau de surface</b>	1 – 2
<b>Eau souterraine</b>	0.5 - 30

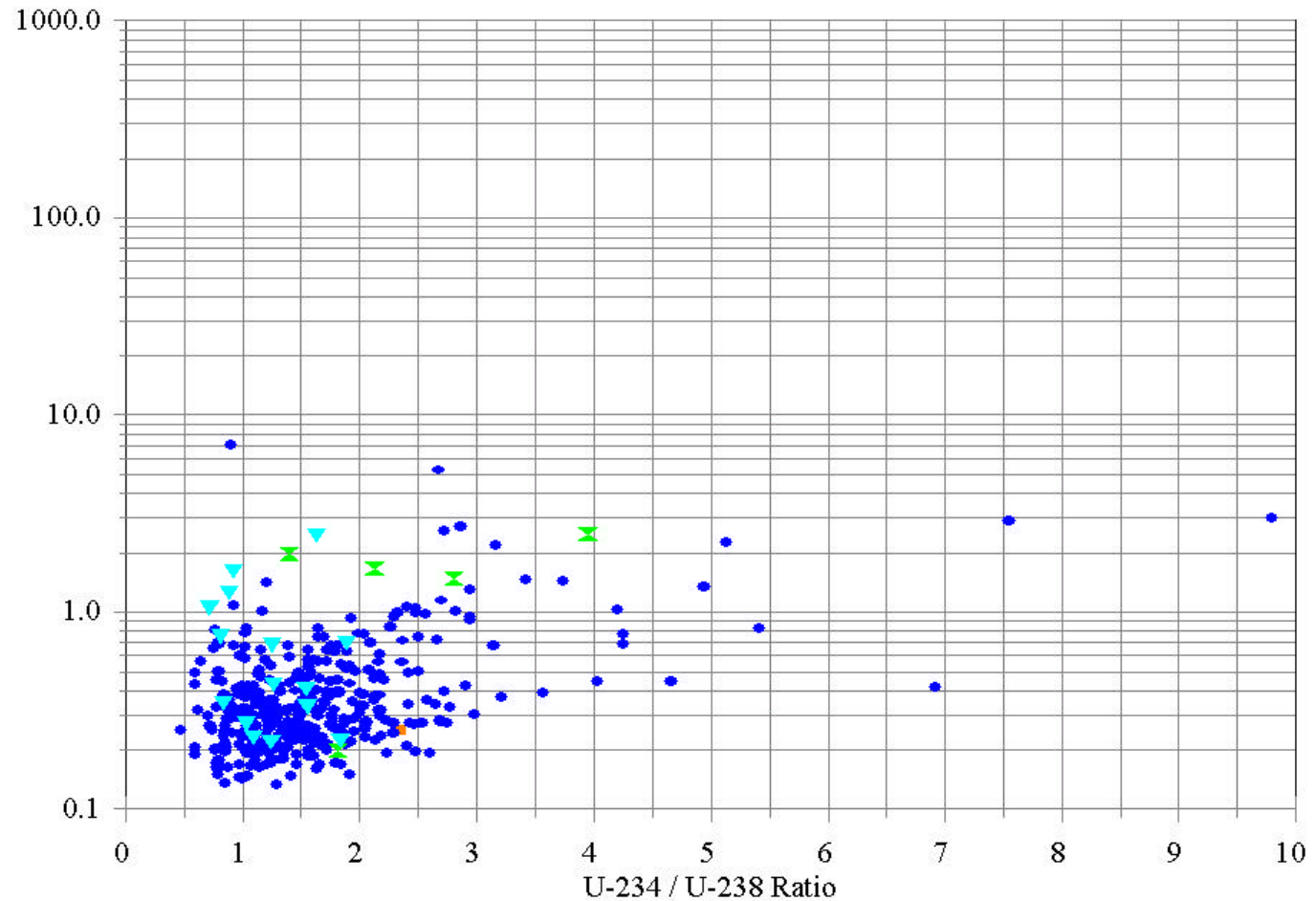
# Uranium dans les excréta d'une population belge

	n	Total U mBq/24h		$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$
		Moyenne	Gamme	
Urine	1143	0.30	0.05 – 3.0	1.68
Fèces	39	57	14.5 – 380	1.74

# Uranium dans les urines

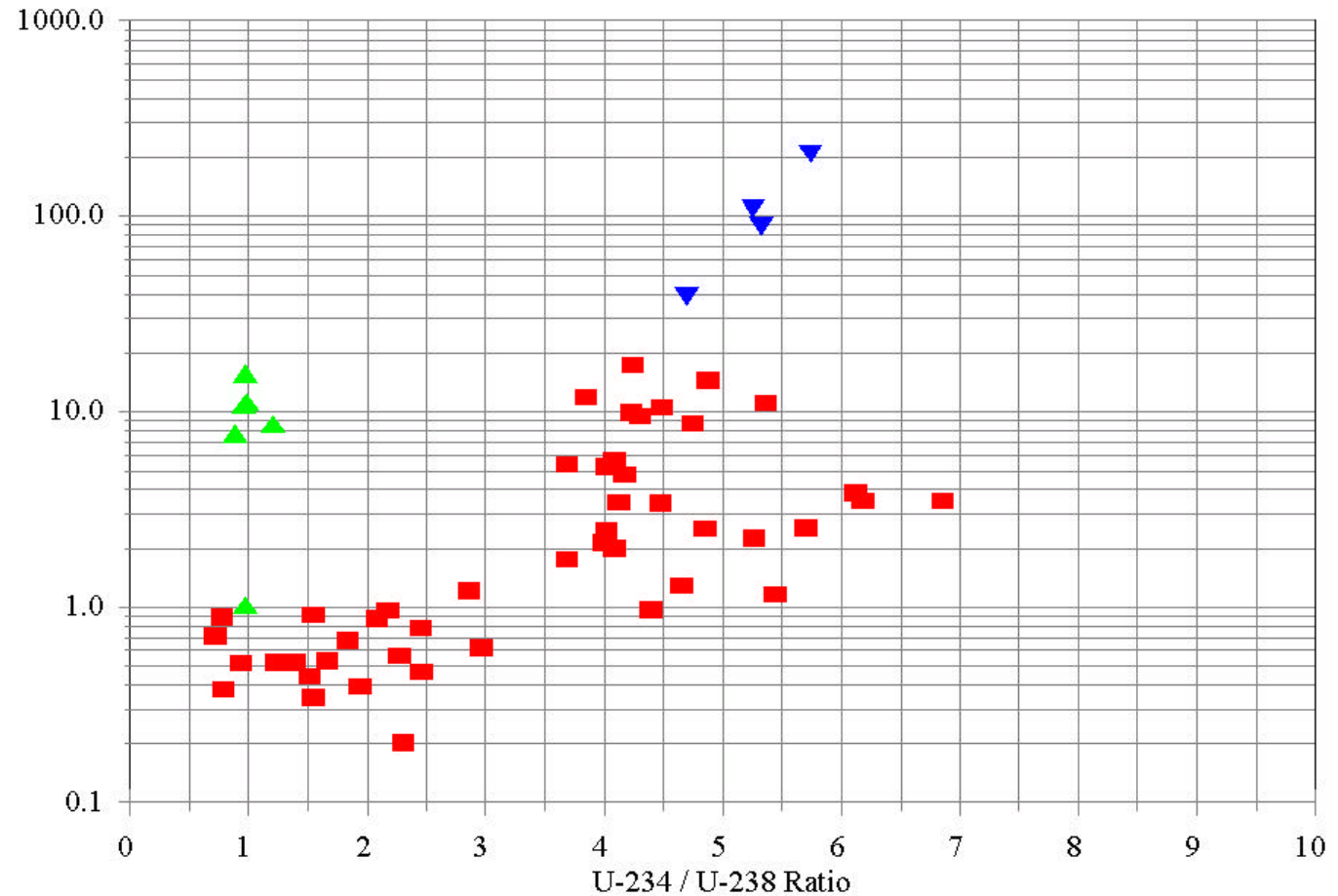
Activité totale (mBq/24h) vs  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$   
0.005-0.040  $\mu\text{g}/24\text{h}$

Total activity mBq / 24h



# Uranium dans les urines de travailleurs belge

Total activity  
mBq / 24h



# Mesures d'U dans les urines des soldats belges de retour du Kosovo

- screening de 6019 urines
- Inférieure à la limite de détection < 1µg/24h
- 5 urines (0.08 %)

µg/24h	mBq/24h	<sup>234</sup> U/ <sup>238</sup> U
1.1	0.52 ± 0.17	2.1
1.1	<0.50	
1.2	0.80 ± 0.40	1.4
1.2	0.38 ± 0.14	2.7
2.7	0.23 ± 0.10	1.7

# Pour les soldats de la KFOR

---

- peu de chance d'observer des problèmes dus à la toxicité chimique de l'uranium
- pour les personnes présentant des problèmes de santé, nous avons proposé de réaliser des mesures d'uranium par spectrométrie  $\alpha$ .

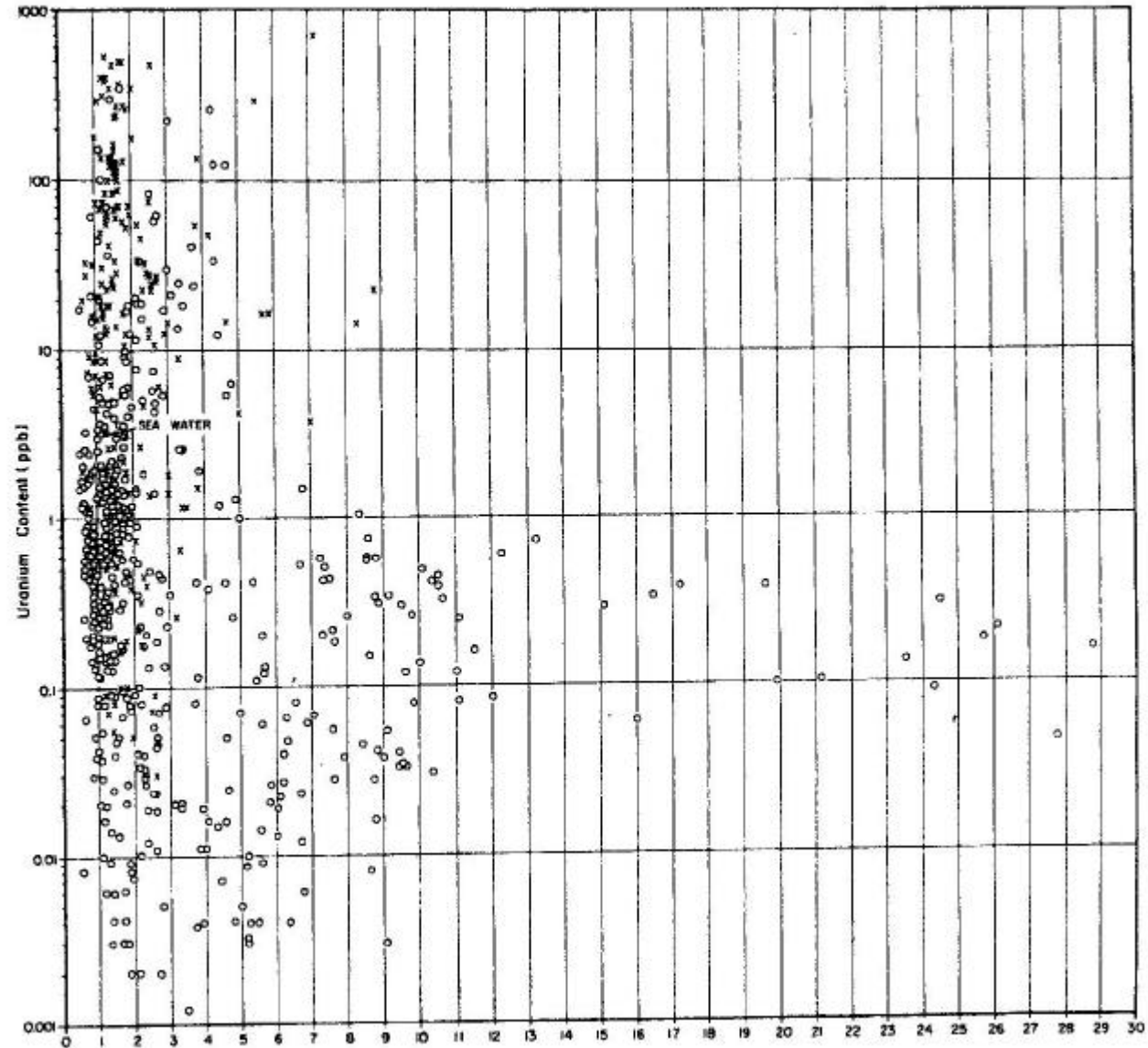
# Conclusions

---

- Toxicité chimique
  - fluorimétrie est bien suffisante
- Toxicité radiologique
  - spectrométrie alpha est la plus adaptée

# Natural U in Underground Water

Osmond J.K & Cowart J.B. (1982)





# Uranium in human body

## ● ICRP23 Reference Man

➤ human body	90 µg	(2250 mBq)
◆ skeleton	69 µg	(1725 mBq)
◆ kidney	7 µg	( 175 mBq)

## ● Postmortem studies

➤ human body	2 - 62 µg	(50 - 1550 mBq)
--------------	-----------	-----------------

# Uranium results in urine Workers

- USA

- 1940-1950 > mg/l
- 1950 UF<sub>6</sub> 3.5 mg/l
- 1975 UF<sub>6</sub> 1.9 mg/l
- 1975 U ore 2.9 mg/l

- France UF<sub>4</sub> plant

- between 10 - 40 µg/l
- peak to 100 - 200 µg/l

- Kidney problems

# Uranium results in urine Gulf War veterans

- 1997
  - non exposed veterans      0.01 - 0.13  $\mu\text{g}/24\text{h}$
  - DU exposed veterans      0.02 - 50  $\mu\text{g}/24\text{h}$
- Soldiers with retained uranium shrapnel
  - shrapnel: most very small, dozens  $\leq 1\text{mm}$   
a few as large as 20mm
  - 1993/1994      mean      10  $\mu\text{g}/\text{l}$
  - 1995      mean      18  $\mu\text{g}/\text{l}$