

OFSP-IRA

# Intercomparaison en spectrométrie gamma 2019

Résultats

# Introduction

- **URA** de l'OFSP : surveillance de la radioactivité dans l'environnement
- **IRA** : Designated Institute de l'unité d'activité (par METAS)
- Thème 2019 : **denrée alimentaire (lait)**
- 2 radionucléides artificiels
  - **Cs-134** Centrales nucléaires
  - **Cs-137** CN, industriel, calibration

# Introduction

- 23 laboratoires participants

PARTICIPANTS				
Aargau DGS	KKB	CERN DGS-SEE	EAWAG	OFSP/BAG
Basel KL	KKG	CERN HSE-RP	hepia	IFSN/ENSI
Graubünden	KKL	IRA	Nestlé	SUVA
Luzern DILV	KKM	Labor Spiez		
Ticino UGRAS	ZWILAG	PSI		
Ticino LC				
Zurich KL				

# Introduction

- Installations de mesure

DETECTEURS UTILISES	NOMBRE
HPGe type p	16
HPGe type n	5
Nal	1

# Introduction

- Logiciel de spectrométrie

LOGICIELS UTILISES	NOMBRE
InterWinner v.5 à 8	15
Canberra Genie 2000 / APEX	6
Ortec LVIS	1

# Introduction

- Etalonnage en efficacité

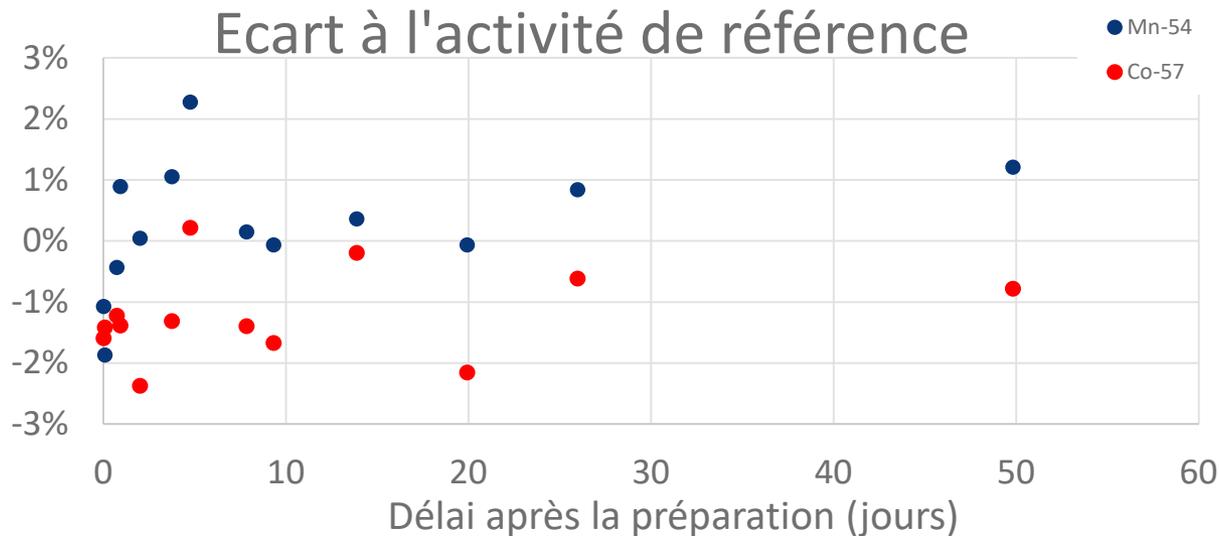
ETALONNAGE		NOMBRE
Solution/source de référence		18
- CMI (CBSS2, 1035, 9031)	9	
- IRA METAS	4	
- Eckert&Ziegler	2	
- NIST	1	
- Autres	2	
Canberra LABSOCS / ISOCS		4

# Test préalable

- Conservation du lait avec du formol ?
  - 0.5 litre de lait contaminé (Mn-54 et Co-57)
- Gardé à température ambiante (24 à 27°C)
- Mesuré 13 fois pendant 50 jours

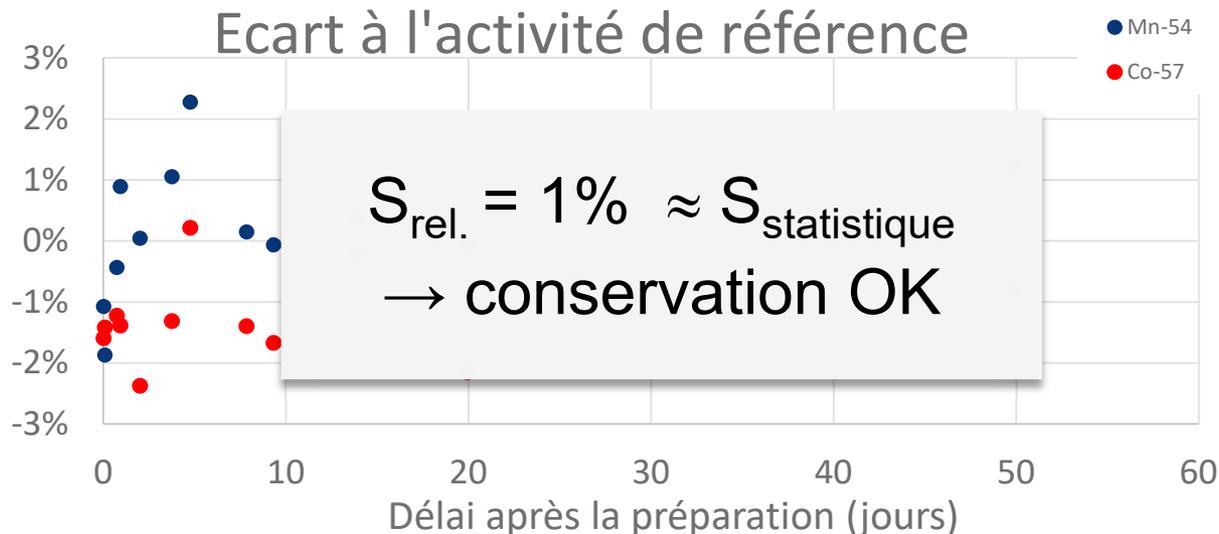
# Test préalable

- Conservation **du lait avec du formol ?**
  - 0.5 litre de lait contaminé (Mn-54 et Co-57)
- Gardé **à température ambiante (24 à 27°C)**
- Mesuré **13 fois pendant 50 jours**



# Test préalable

- Conservation du lait avec du formol ?
  - 0.5 litre de lait contaminé (Mn-54 et Co-57)
- Gardé à température ambiante (24 à 27°C)
- Mesuré 13 fois pendant 50 jours



# Méthode de préparation

- Solutions **étalons de METAS**
  - 2 ampoules : Cs-134 et Cs-137
- Dilution **par pesées**
- Pas de prétraitement des récipients
- Ajout de **1.5 g formaldéhyde** dans le lait



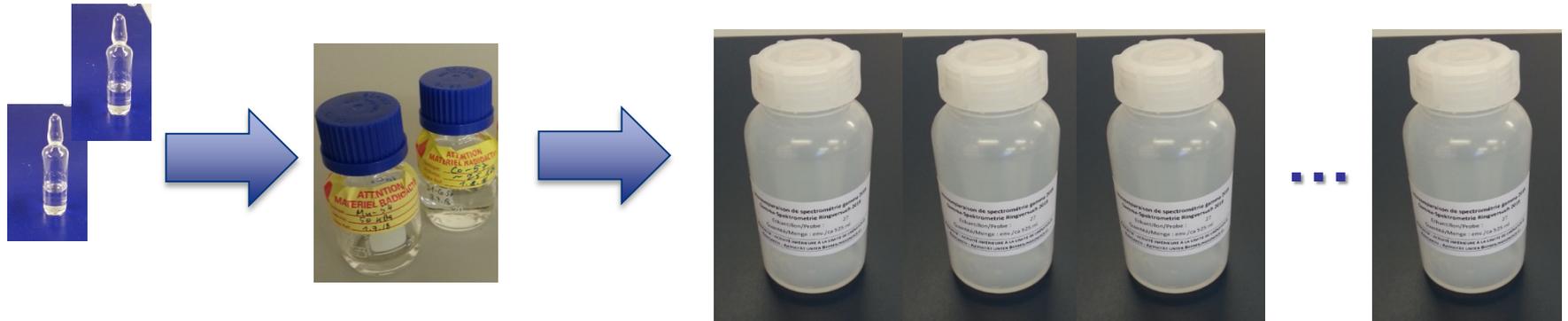
# Préparation des échantillons

- Dilutions des ampoules étalons



# Préparation des échantillons

- Dilutions des ampoules étalons
- Contamination des échantillons de lait



23 x 0.5 litre

# Préparation des échantillons

- Remplissage des flacons à environ 525 ml
- **Contrôle d'activité** (pointage)
- Activité faible :  $A \approx LL \text{ ORaP}$
- Envoi aux participants à fin juillet 2019



# Activités de référence

- Date de référence : 1.8.2019

Echant. No	K-40 (Bq/kg)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)
1	47.7	60.6	110.5
2	47.7	63.1	110.7
3	47.7	62.5	111.3
4	47.7	64.2	111.2
...	...	...	...
Incertitude U (k=2)	14%	2.0%	1.8%

Pour K-40 : référence = moyenne des participants

# Mesures

- Tâches des participants
  - Transfert dans leur géométrie de mesure
  - Acquisition et analyse du spectre
  - Corrections (si jugé utile)
  - Annonce des résultats jusqu'au 15 septembre
  - Utilisation du formulaire/questionnaire

# Mesures

- Durée de mesure : environ 24 heures
- Corrections nécessaires ?
  - Auto-atténuation dans la source : non
  - Sommations dues aux coïncidences vraies :
    - K-40 : non
    - Cs-134 : oui
    - Cs-137 : non

# Mesures

- Données nucléaires

RADIONUCLEIDE	$T_{1/2}$ (années)	LIGNES GAMMA (keV)	INTENSITE (%)
K-40	1.3 mia	1461 keV	10.55%
Cs-134	2.064	563 keV	8.34%
		569 keV	15.37%
		605 keV	97.63%
		796 keV	85.47%
		802 keV	8.69%
Cs-137	30.05	662 keV	84.99%

# Résultats communiqués

Echant.	K-40		Cs-134		Cs-137	
	No	A (Bq/kg)	U (%)	A (Bq/kg)	U (%)	A (Bq/kg)
1	49.55	10%	55.47	5%	109.2	5%
2	49.7	17.2%	59.1	4.0%	115.9	4.0%
3	-	-	61	3%	115	3%
4	52.3	22.3%	74.2	8.82%	124.8	8.82%
5	44	12%	64	12%	110	12%
6	52.4	15%	62.0	15%	113.7	15%
7	49.65	15%	62.7	10%	113.5	10%
8	49.5	6.61%	57.9	5.29%	101.0	6.03%
9	40.9	5.1%	63.5	0.8%	110.0	1.7%
10	48	15%	61	10%	108	10.0%
11	44.3	10%	62.2	10%	106.2	10%
12	-	-	-	-	-	-
13	61.1	17%	56.5	5.2%	109.8	5.4%
14	-	-	66.3	6.7%	121.4	6.8%
15	42.8	17.6%	65.0	8.6%	114	12.4%
16	45.6	68%	61.9	7%	110.7	8%
17	42.34	16.16%	64.05	10.1%	110.20	10.08%
18	63.3	21%	61.5	5%	118.3	5%
19	48.3	14.4%	55.9	4.0%	106.6	4.1%
20	(165)	36.0%	64.2	12.0%	110.5	22.8%
21	46.58	17.0%	57.19	12.3%	108.8	12.4%
22	35	30%	65	6%	111	10%
23	41.0	7.0%	69.7	5.8%	112.9	2.7%
<b>Moyenne</b>	<b>47.7</b>					
<b>Ec.-type</b>	<b>14%</b>					
<b>Max.</b>	<b>63</b>					
<b>Min</b>	<b>35</b>					

Date de réf.: 1.8.19 12h  
Incertitudes à k=2

# Analyse des résultats

- Critères d'analyse des résultats

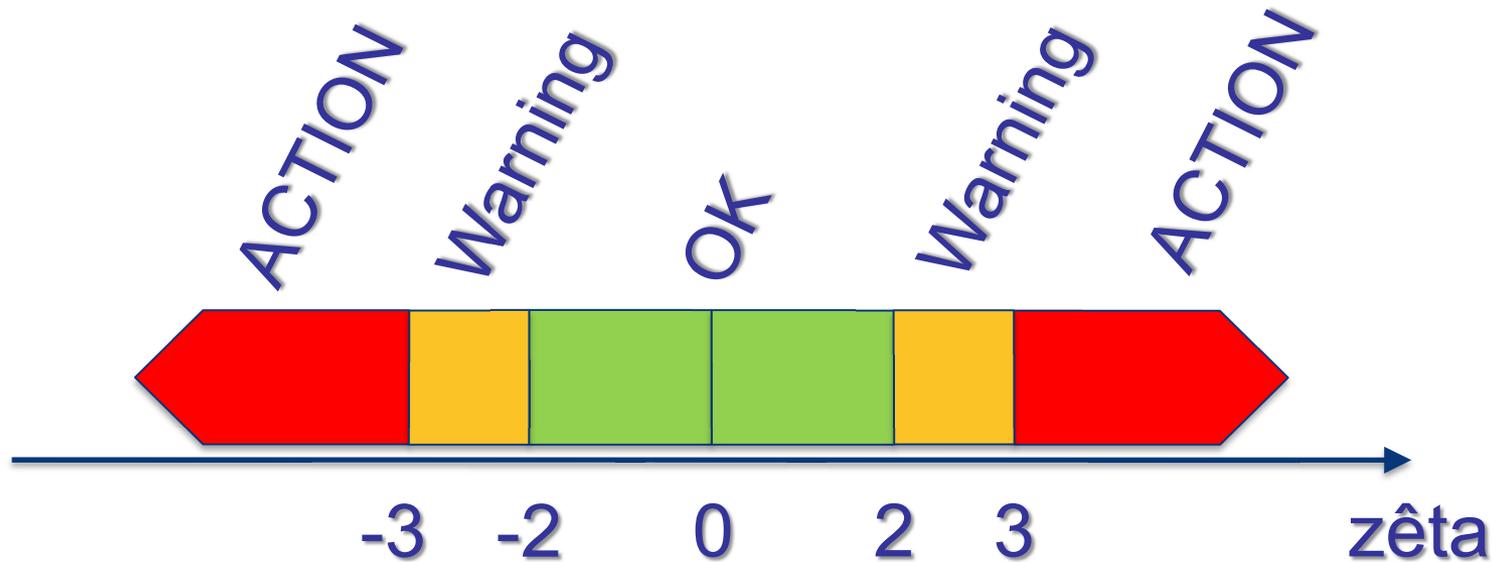
- Rapport :  $R = \text{mesuré}/\text{référence}$

- Score zêta : 
$$\zeta = \frac{A_{mes} - A_{ref}}{\sqrt{u_{mes}^2 + u_{ref}^2}}$$

- $A_{mes}$  : valeur mesurée
    - $A_{ref}$  : valeur de référence
    - $u_{mes}$  : incertitude-type de la mesure
    - $u_{ref}$  : incertitude-type de la référence

# Analyse des résultats

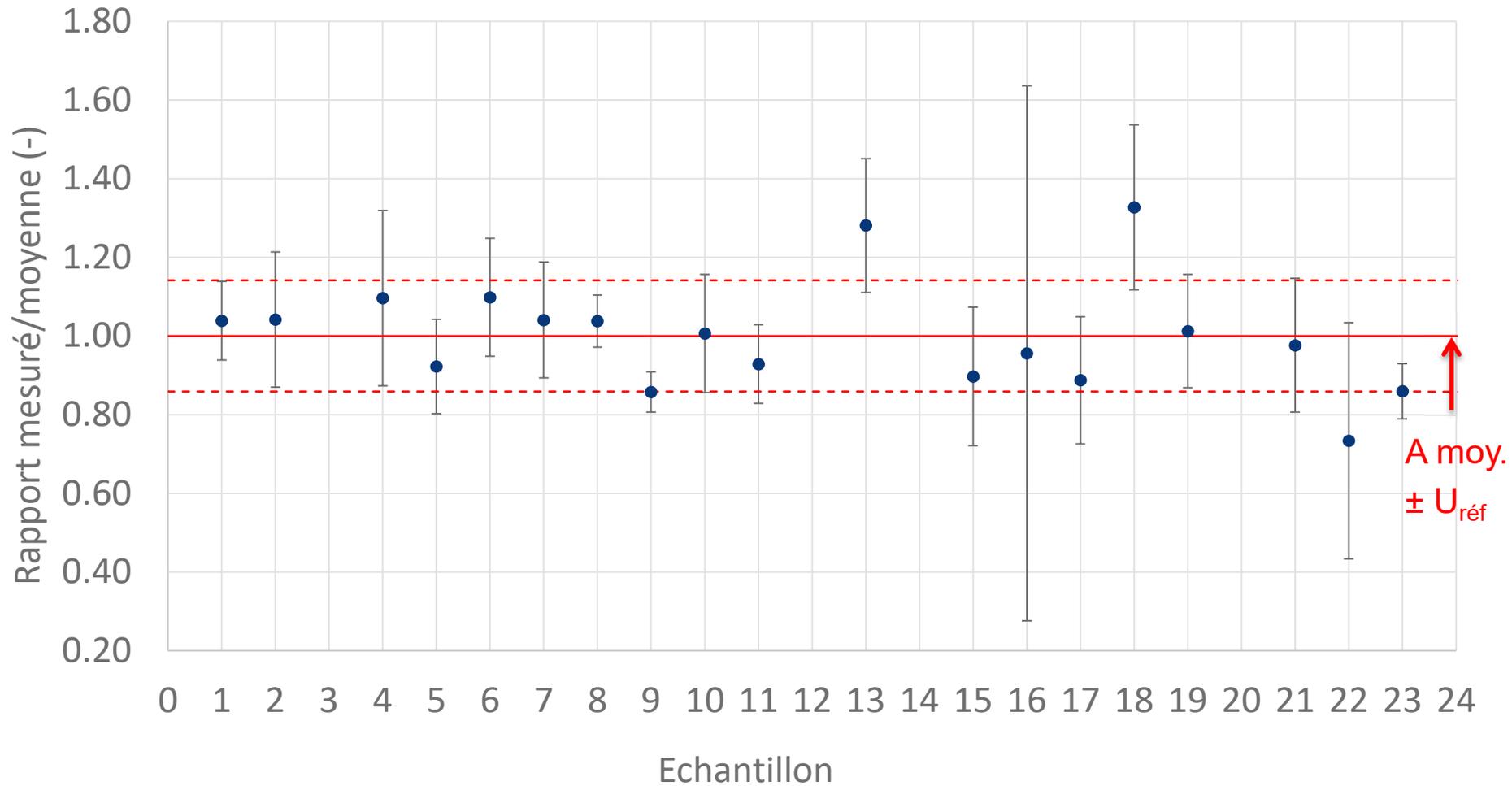
- Interprétation du score zêta



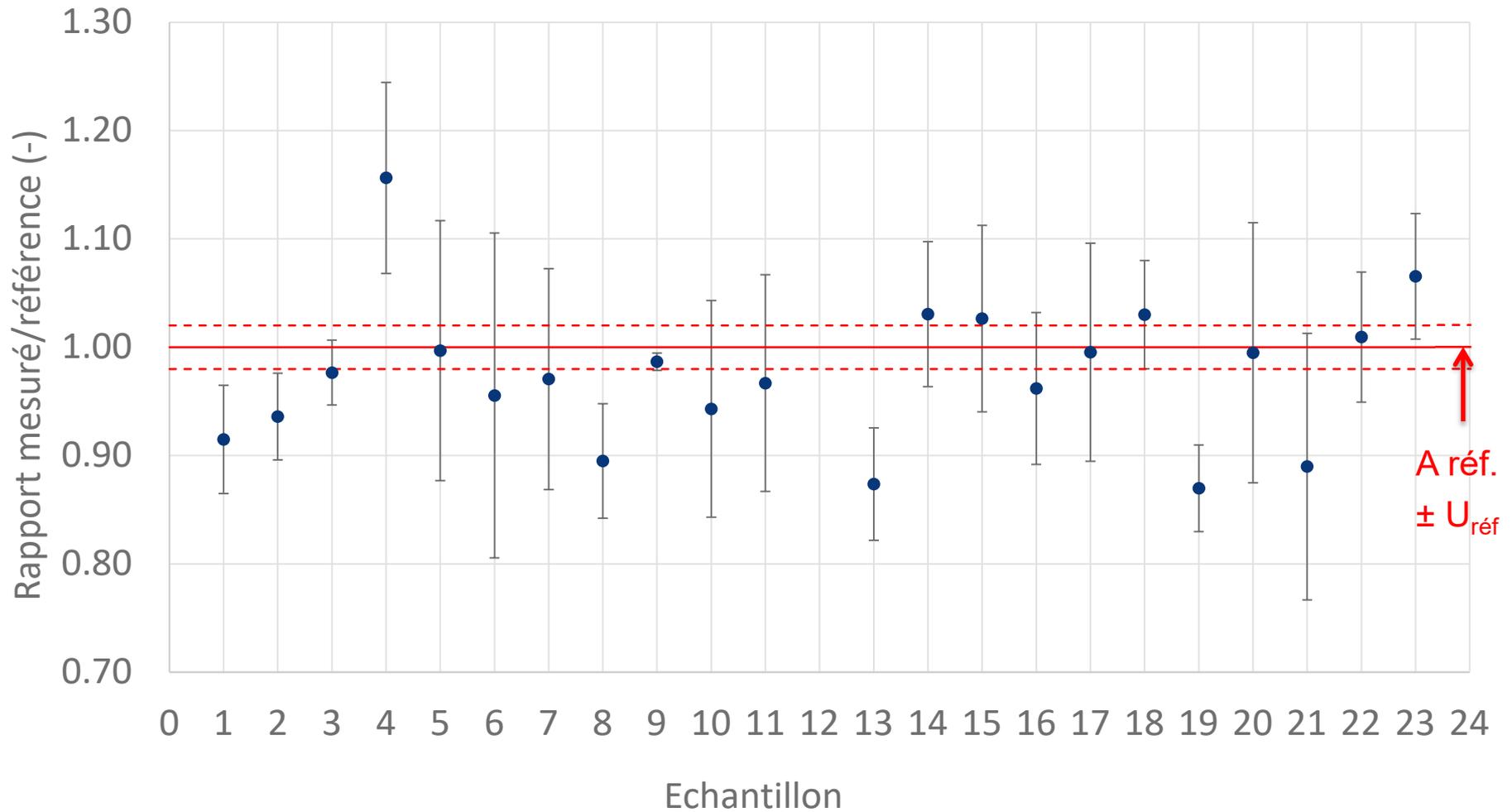
# Rapport mes./réf. et score zêta

Ech.	Rapport mesuré / référence			Score zêta		
	K-40	Cs-134	Cs-137	K-40	Cs-134	Cs-137
1	1.04	0.91	0.99	0.3	<b>-3.4</b>	-0.46
2	1.04	0.94	1.05	0.3	<b>-3.0</b>	<b>2.05</b>
3	-	0.98	1.03	-	-1.3	1.87
4	1.10	1.16	1.12	0.5	<b>3.0</b>	<b>2.44</b>
5	0.92	1.00	0.99	-0.5	-0.1	-0.20
6	1.10	0.96	1.02	0.6	-0.6	0.31
7	1.04	0.97	1.02	0.3	-0.6	0.42
8	1.04	0.90	0.91	0.3	<b>-4.1</b>	<b>-3.22</b>
9	0.86	0.99	0.99	-1.0	-1.2	-0.67
10	1.01	0.94	0.97	0.0	-1.2	-0.60
11	0.93	0.97	0.96	-0.5	-0.7	-0.84
12	-	-	-	-	-	-
13	1.28	0.87	0.99	1.6	<b>-5.1</b>	-0.46
14	-	1.03	1.10	-	0.8	<b>2.54</b>
15	0.90	1.03	1.03	-0.6	0.6	0.43
16	0.96	0.96	1.00	-0.1	-1.1	-0.02
17	0.89	1.00	0.99	-0.7	-0.1	-0.10
18	1.33	1.03	1.07	1.6	1.1	<b>2.39</b>
19	1.01	0.87	0.96	0.1	<b>-6.5</b>	-1.72
20	-	0.99	1.00	-	-0.1	-0.03
21	0.98	0.89	0.98	-0.1	-2.0	-0.27
22	0.73	1.01	1.00	-1.5	0.3	0.10
23	0.86	1.07	1.02	-1.0	2.0	1.21

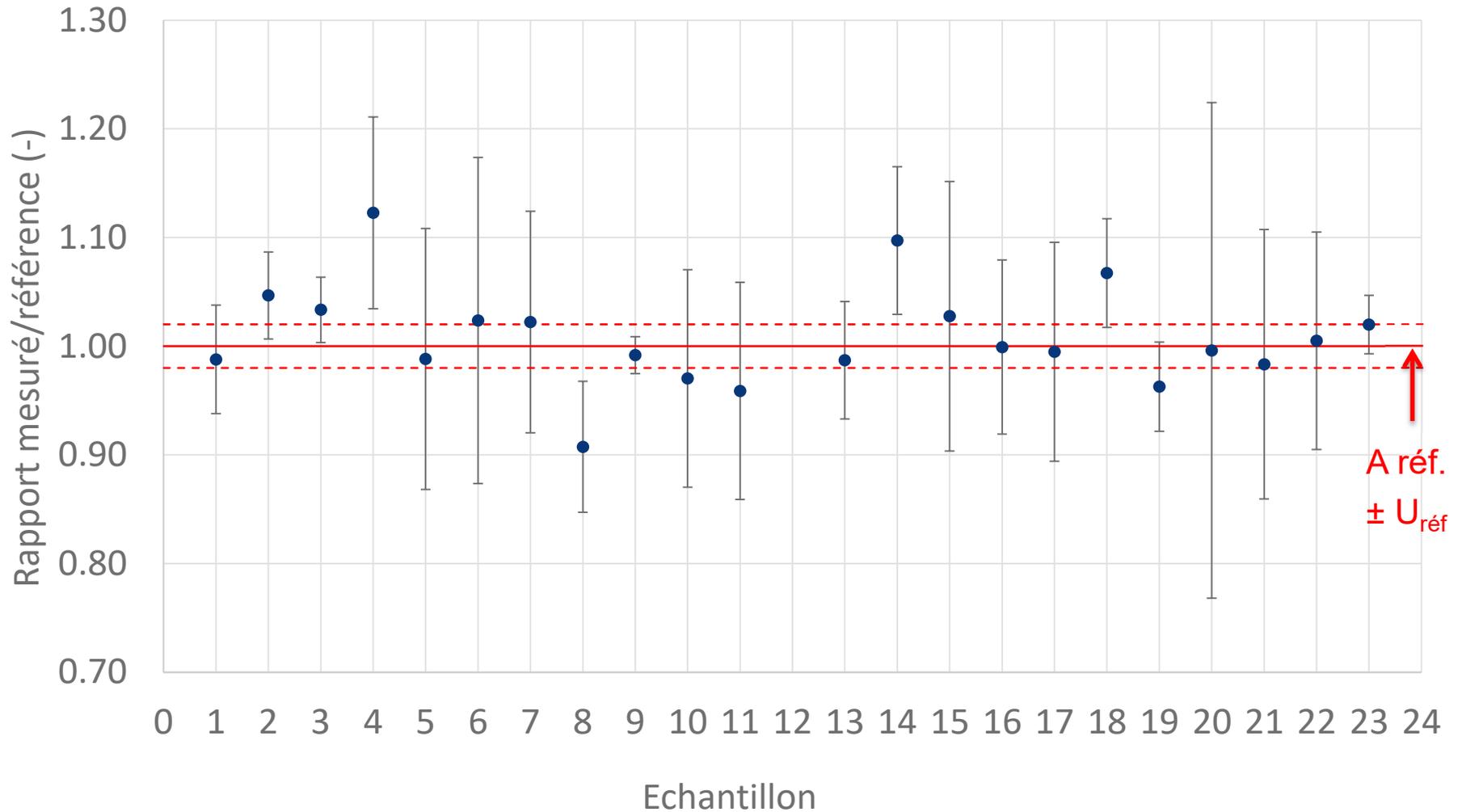
# Résultats K-40



# Résultats Cs-134



# Résultats Cs-137



# Résultats K-40

- 1 valeur écartée (facteur 3.4)
- 2 labos n'ont pas indiqué K-40

Mais sinon :

- Les résultats sont compatibles entre eux à  $\pm 30\%$
- 100% des résultats ont un score zêta **OK**

# Résultats Cs-134

- Les résultats sont compatibles à  $\pm 15\%$  avec la référence
- Léger biais de la moyenne :  $-2.5\%$ 
  - 12 labos n'ont pas corrigé pour les sommations
- 73% des résultats ont un score zêta **OK**
- 9% des résultats ont un **WARNING**
- 18% des résultats ont un **ACTION**
- Laboratoire avec NaI : bon résultat

# Résultats Cs-137

- Les résultats sont compatibles à  $\pm 10\%$  avec la référence
- Pas de biais notable de la moyenne (+0.9%)
- 77% des résultats ont un score zêta **OK**
- 18% des résultats ont un **WARNING**
- 5% des résultats ont un **ACTION**
- Laboratoire avec NaI : bon résultat

# Conclusions

- 22 participants
- **Bonne maîtrise** pour les 3 radionucléides
- **Performances adaptées** aux tâches attendues dans 80% des cas
- Aussi avec un détecteur **NaI**
- Les participants ont pu contrôler leur étalonnage

# Données nucléaires du DDEP

- <http://www.lnhb.fr/donnees-nucleaires/module-lara/>  
**Nucléide – Lara Library for gamma and alpha emissions**



**Nucléide - Lara**  
Library for gamma and alpha emissions

**Nuclide list:**  
3H  
7Be  
10Be  
11C  
13N  
14C  
15O  
16N

Nuclide, element or mass number search:  
or   
(e.g.: 57Co, Co-57, Co, 57)

Energy threshold (keV):   
Intensity threshold (%):   
Coincidence threshold (%):   
Show  $\gamma$ - $\gamma$  coincidences   
Sort by decreasing intensity   
Emission type:  X  gamma  alpha

**137Cs - Emissions and decay scheme**

**Data** Tools Emissions Scheme

**Data**  
Element: Cesium (Z=55)  
Daughter(s): Ba-137 ( $\beta^-$ , 100%)  
Q: 1175.63 keV  
Possible parent(s): Xe-137 ( $\beta^-$ , 100%)  
Half-life (T<sub>1/2</sub>): 30.05 (8) a  $\approx$  948.3 (25) 10<sup>6</sup> s  
Decay constant ( $\lambda$ ): 730.9 (19) 10<sup>-12</sup> s<sup>-1</sup>  
Specific activity (Am): 3.213 (9) 10<sup>12</sup> Bq.g<sup>-1</sup>  
Reference: INEEL, KRI - 2006  
Associated data files: [Table](#) - [Comments](#) - [ENSDF](#) - [PenNuc](#)

Data and emissions file (ASCII text format): [Cs-137.txt](#)

**Tools**  
Activity  $\rightleftharpoons$  Mass conversion:  Bq  $\rightleftharpoons$   g

# Coïncidences vraies

- Cs-134

Energy (keV)	Intensity (%)	Type	Origin*	Levels		Possible coincidence with (keV) / Possible sum of (levels)
				Start*	End*	
242.76 (5)	0.0241 (31)	γ	Ba-134	4	3	
326.585 (14)	0.0171 (11)	γ	Ba-134	5	4	
475.365 (2)	1.479 (7)	γ	Ba-134	4	2	
563.246 (3)	8.342 (15)	γ	Ba-134	2	1	
569.330 (2)	15.368 (21)	γ	Ba-134	5	3	795.86 (Σ=1 365.19)
604.720 (3)	97.63 (8)	γ	Ba-134	1	0	795.86 (Σ=1 400.58)
795.86 (1)	85.47 (9)	γ	Ba-134	3	1	569.330 (Σ=1 365.190); 604.720 (Σ=1 400.580)
801.950 (6)	8.694 (16)	γ	Ba-134	5	2	
847.00 (2)	0.0003 (1)	γ	Xe-134	1	0	
1 038.605 (8)	0.9909 (33)	γ	Ba-134	4	1	
1 167.967 (4)	1.791 (5)	γ	Ba-134	2	0	
1 365.194 (4)	3.019 (8)	γ	Ba-134	5	1	(5→3)+(3→1)

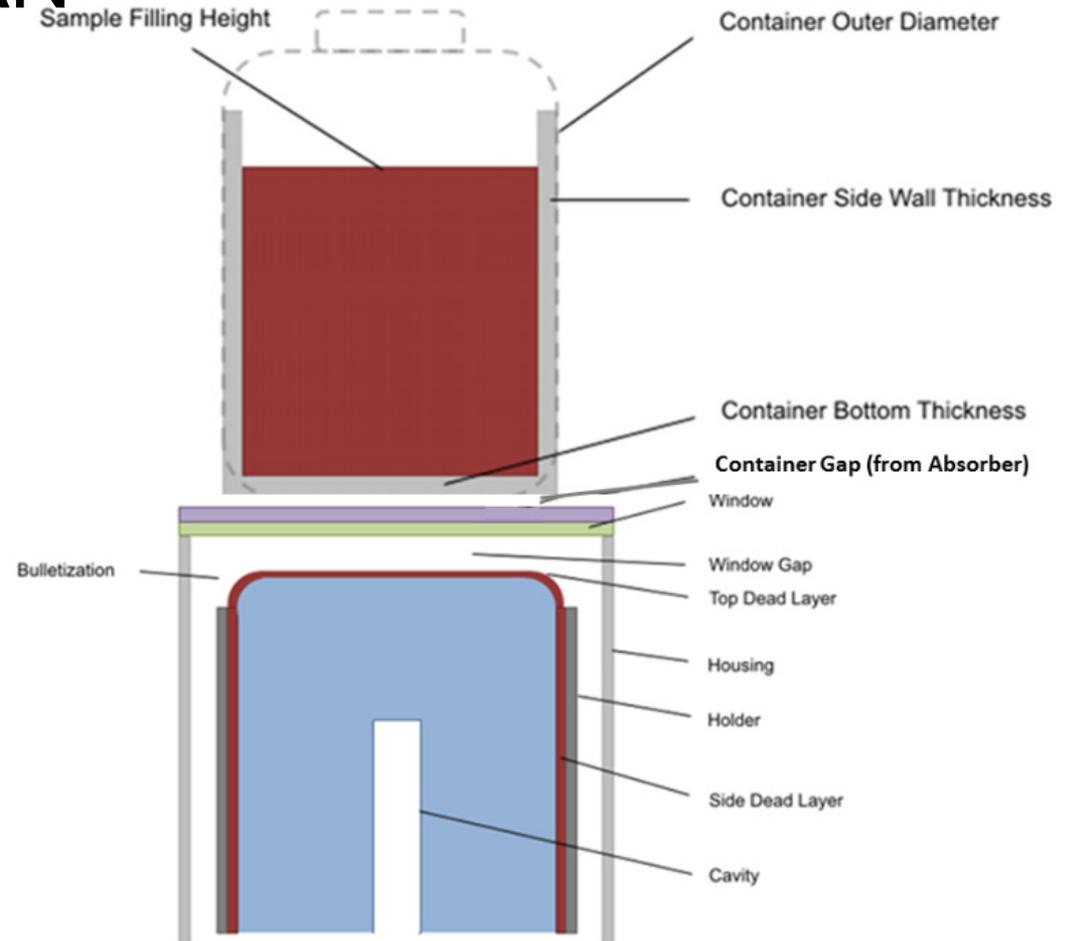


# Corrections de sommations

- Logiciel EFFTRAN
- Disponible dans Nucleonica

<https://nucleonica.com/>

<http://www.ffftran.com/>



# Corrections de sommations

- HPGe Ortec GMX type n, eff.rel= 23%
- Semadeni 500 ml type 1742



# Corrections de sommations

- HPGe Ortec GMX type n, eff.rel= 23%
- Semadeni 500 ml type 1742

## True Coincidence Summing Correction Factors –

E (keV) ▲	Correction factor
243	1.116
327	1.149
475	1.104
563	1.111
569	1.110
605	1.065
796	1.065
802	1.101
847	1.052
1039	1.023
1168	0.957
1365	0.926



# Corrections de sommations

- HPGe Ortec GMX type n, eff.rel= 23%
- Semadeni 500 ml type 1742

## True Coincidence Summing Correction Factors –

E (keV) ▲	Correction factor
243	1.116
327	1.149
475	1.104
563	1.111
569	1.110
605	1.065
796	1.065
802	1.101
847	1.052
1039	1.023
1168	0.957
1365	0.926

Pour les 2 lignes principales:

$$A_{vraie} = f_{corr} \cdot A_{mes}$$

$$A_{vraie} = 1.065 \cdot A_{mes}$$