
Rapport de l'exercice de mesure dans le cadre de l'intercomparaison 2024 en spectrométrie gamma

Destinataire : Aux laboratoires de mesure de la radioactivité

Version du : 27.11.2024

Auteurs : Thierry Buchillier, Claude Bailat, François Bochud, IRA

Sybille Estier et Philipp Steinmann, OFSP

Table des matières

1.	Introduction.....	1
2.	Préparation des échantillons et valeurs de référence.....	3
3.	Résultats et discussion.....	5
3.1.	Communication des résultats par les participants.....	5
3.1.1.	Activités mesurées	5
3.2.	Méthode d'analyse des résultats.....	8
3.3.	Discussion des résultats.....	11
3.3.1.	Performances globales	12
4.	Conclusions.....	14
5.	Remerciements.....	15
6.	Annexe : liste des participants.....	15

1. Introduction

L'Institut de radiophysique (IRA) est mandaté par l'Institut fédéral de métrologie (METAS) pour la détermination, le maintien et la diffusion de l'unité d'activité, le becquerel. La Section de la radioactivité de l'environnement (URA) de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) est responsable de la surveillance de la radioactivité dans l'environnement. Comme de coutume, l'IRA et l'URA ont invité l'ensemble des laboratoires suisses effectuant des mesures d'activité dans l'environnement et les produits de consommation à participer à l'intercomparaison annuelle 2024 de spectrométrie gamma.

L'organisation et l'analyse des données de l'intercomparaison suivent autant que possible les prescriptions des normes suivantes :

1. BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP and OIML, Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, 1995.

2. ISO/IEC 17043:2010, Conformity assessment — General requirements for proficiency testing (Évaluation de la conformité — Exigences générales concernant les essais d'aptitude), International Standard Organization.
3. ISO 13528:2015, Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons (Méthodes statistiques utilisées dans les essais d'aptitude par comparaisons interlaboratoires). International Standard Organization.

Le thème de l'intercomparaison de 2024 est la mesure d'une solution aqueuse avec quelques radionucléides d'activité certifiée, ce qui permet de vérifier l'étalonnage des détecteurs. Il ne s'agit pas d'une solution d'étalonnage à proprement parler car l'activité est relativement basse, et seuls 4 radionucléides ont été introduits dans l'échantillon.

Sur la trentaine d'institutions suisses concernées par les analyses d'échantillons de l'environnement ou de produits de consommation, 23 laboratoires ont participé, rejoints cette année par un laboratoire allemand. Tous les participants ont fourni des résultats. La liste des participants est présentée en annexe. Le Tableau 1 résume les équipements utilisés par ces laboratoires.

Tableau 1. Détecteurs et méthodes d'étalonnage utilisés par les laboratoires

Participant	Détecteur	Mise en fonction	Eff. [%]	Logiciel	Étalonnage, type	Date
Amt für Lebensmittelsicherheit und Tiergesundheit GR	HPGe type p, Ortec GEM-25P4-70	2020	25	GammaVision V8.10.02/LVIS V3.1.9.0	Nuclide-Mix CMI CBSS2	2020
CERN HSE-RP-CS	Mirion GC5019 type p (D03)	2007	50	Genie 2000 3.41 APEX 1.4.1	LabSOCS	-
CVUA Freiburg (D)	Canberra GC4018 type p	2022	40	Genie 2000 3.4.1 APEX 1.4.1	LabSOCS	2022
Dienststelle Lebensmittelkontrolle und Verbraucherschutz	Ortec type p GEM 25P4-70	-	25	GammaVision 8.1 avec LVis	E&Z QCRB 25399 s/n BF-3948	2024
EAWAG	Canberra GC2719 REGe type n	1990	27	Genie 2000 3.4.1	NIST NG 7	2015
ENSI Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat	Canberra GC5019 p-type	2017	50	Interwinner 8.00	LabSOCS	2017
Département Forel UNIGE	Ortec GMX 50220	2014	50	GammaVision 6.08	IRA	2000
hepia haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture	Eurisys type p EGPC 155 P15	1997	32	Interwinner 8.0	IRA et DAMRI	2000
Institut de radiophysique	HPGe p Ortec GEM 23185 HPGe p Canberra GCW4523 HPGe n Ortec GMX 35P4-76	1986 2001 2012	23 45 39	Genie 2000 APEX Gamma InterWinner 7.0	IRA	2010 2020 2012
Kanton Aargau DGS	HPGe type p PGT IGC27	1989	27.7	Winner ver. 6.0	DA6 Std 2019 (OFSP)	2019

Participant	Détecteur	Mise en fonction	Eff. [%]	Logiciel	Étalonnage, type	Date
Kantonaies Laboratorium BE	HPGe type p Canberra GC 2018	2014	23.1	Genie 2000	LabSOCS/Isocs E&Z AE-4846	2024
Kantonaies Laboratorium BS	Ortec type p GEM 50P4-83	2009	50	Interwinner 8.0	E&Z QCRB 25399 BF-3948 (OFSP)	2024
Kantonaies Labor Zürich	HPGe type p GEM20P4-70 HPGe type p GEM-C30 P4	2014 2023	35	LVis 3.3.66.0	E&Z QCRB 25399 BF-3948 (OFSP)	2024
KKB - Axpo Power AG	Canberra GC3518	-	36	Interwinner 8.0	CMI CBSS2	2020
KKG	HPGe type p, Ortec GEM25 43-P11897B	-	28	Interwinner 8.0	Referenz Mischstandard QCYB41	2016
KKL – Chemie Labor	Canberra GC4518 type p ITECH GCD45195 type p	2013 2020	45 45	InterWinner 8.0	Eckert&Ziegler QCRB17727	2021
KKM - BKW Energie AG	Canberra GC5019 type p	2019	50	Genie 2000 APEX 1.4.1	LabSOCS	2020
Laboratorio cantonale Ti	HPGe type p, Ortec GEM30P4-70	2024	30	GammaVision V8.10 et LVis V3.3.101.2	Eckert&Ziegler QCRB25399 BF-3948 (OFSP)	2019
Labor Spiez	HPGe type n Canberra GR 2519	2011	29	Genie 2000 APEX 1.4.1	LabSOCS	2023
Nestlé Centre de recherche	Ortec GEM40P4-S MP	2004	40	GammaVision LVisV3.3.101.0	Eckert&Ziegler QCRB20726	2024
OFSP	Intertechnique 15 R no 7797 type n	1990	15	Winner 7.0	CMI CBSS2	2017
Paul Scherrer Institut	Mirion XTRA GX5019 type p	2023	50	InterWinner 8.1	Multinuklid-Standard 2457-94/1-6.2024	2024
SUVA	HPGe type p Ortec GEM 20-70	2012	23	InterWinner 8.0	CMI-Standard-mischlösung	2022
Zwilag	Ortec type p	2005	30	InterWinner 8.0	Eckert&Ziegler GCRB13919	2019

2. Préparation des échantillons et valeurs de référence

Les activités de référence de l'intercomparaison sont rattachées aux étalons nationaux et internationaux.

Des solutions radioactives étalons de Co-57, Co-60, Cs-137 et Am-241 provenant du laboratoire primaire de l'IRA (IRA-METAS) ont été utilisées. Elles ont été diluées gravimétriquement pour préparer 14 litres de solution pour l'intercomparaison. Il s'agit d'une solution HCl 0.1 M avec des entraîneurs Co, Cs, et Eu (pour Am) sous forme de chlorure à 50 mg/l.

La solution d'intercomparaison a été longuement agitée afin d'assurer son homogénéité, puis répartie dans les flacons Semadeni mous à cols larges de 500 ml pour l'envoi aux participants, garantissant ainsi que chaque flacon contient une solution identique. Trois flacons de mesure ont

aussi été préparés au cours de cette opération pour un contrôle qualité de l'activité : un au début, un au milieu et un à la fin du transfert. Ils ont été mesurés sur le HPGe de référence du groupe de radiométrie et les résultats ont confirmé les valeurs de concentration radioactive calculées à partir des facteurs de dilution gravimétrique.

Un échantillon de 525 ml environ de la solution d'intercomparaison a été remis à chaque participant.

Les activités de référence de la solution d'intercomparaison sont données dans le Tableau 2.

Tableau 2. Activités de référence des échantillons. Date de référence : 1.8.2024 12h00. Incertitude élargie à $k=2$.

Radionucléide	Activité de référence (Bq/kg)	Incertitude (Bq/kg)	Incertitude relative (%)
Co-57	19.86	0.20	1%
Co-60	69.66	0.70	1%
Cs-137	49.71	1.0	2%
Am-241	49.74	1.5	3%

Contrôle des prescriptions de l'ADR pour l'envoi

L'échantillon avait une activité inférieure à la limite de libération LL de l'ordonnance sur la radioprotection ORaP. Le colis avait un indice de transport selon l'ADR 2016 bien inférieur à 1, la limite pour un transport exempté. Ceci a permis de le transmettre aux participants par les services de la Poste.

Corrections d'autoatténuation

Comme l'échantillon est composé d'eau, l'autoatténuation des rayons gamma est identique à celle dans l'eau lors de l'étalonnage du détecteur. Il n'y a pas de correction à appliquer.

Corrections de sommations dues aux coïncidences vraies

Ce type de sommations est dû aux événements où deux photons d'énergie E_1 et E_2 émis simultanément par le radionucléide sont détectés ensemble dans le détecteur, ce que l'on dénomme *coïncidences vraies*. Il s'ensuit une perte du nombre de coups dans les pics correspondants à E_1 et E_2 , et on observe des coups supplémentaires à l'énergie $E=E_1+E_2$.

Quand l'échantillon est dans une position proche du détecteur, le risque de détection simultanée des gammas devient notable. Sans correction, l'erreur peut dépasser 10%, selon la géométrie de mesure. Pour éviter ce phénomène, il faut placer la source à une distance suffisamment grande du détecteur (>15 cm) et disposer de la courbe d'efficacité correspondante. Mais ceci est difficile dans le cas d'un échantillon peu radioactif.

Certains logiciels de spectrométrie gamma permettent de faire les corrections de sommations directement, et d'autres logiciels dédiés permettent de calculer les facteurs de correction (EFFTRAN, ETNA, Genie 2K Labsocs, Gespecor, InterWinner, ...).

Ces corrections devraient être effectuées lors de l'étalonnage du détecteur, c'est-à-dire pour établir la courbe d'efficacité de la géométrie de mesure avec des solutions radioactives certifiées (typiquement pour Co-60, Y-88, etc.). Puis, elles devraient être effectuées lors de l'analyse des échantillons pour les radionucléides qui le nécessitent.

La base de données *Nucléide-Lara* sur le site du LNHB¹ indique quelles sont les lignes γ qui peuvent avoir des sommations.

Si on se satisfait d'une précision moins bonne sur la mesure, on peut renoncer à corriger les résultats, mais dans ce cas il est recommandé de tenir compte de cette approximation dans le budget d'incertitudes.

3. Résultats et discussion

Comme indiqué plus haut, l'objectif était d'analyser l'activité de l'échantillon en vue du contrôle de l'étalonnage du détecteur. Ceci laissait supposer qu'on ne s'intéressait qu'aux radionucléides artificiels. L'activité de la solution n'étant pas élevée, il était attendu des participants qu'ils exécutent une mesure de longue durée afin d'avoir au moins 10'000 coups dans les pics (> 2 jours).

3.1. Communication des résultats par les participants

Les laboratoires ont reçu un formulaire de protocole de résultats sur lequel ils ont fourni leurs valeurs d'activité mesurées, ainsi que des indications concernant leur détecteur et leur méthode de mesure (les informations du Tableau 1).

3.1.1. Activités mesurées

Tous les participants ont indiqué l'activité des radionucléides Co-57, Co-60 et Cs-137. Trois participants n'ont pas quantifié l'Am-241. Le Tableau 3 donne les activités et les incertitudes élargies relatives U (à $k=2$) communiquées par les laboratoires. Pour le laboratoire no 18, les valeurs correspondent à la moyenne des résultats des 2 détecteurs qui ont été communiqués. De même pour le laboratoire no 23, il s'agit de la moyenne des 2 échantillons mesurés.

Le Tableau 4 donne le rapport R de l'activité mesurée à l'activité de référence.

Le Tableau 5 indique quelles corrections ont été appliquées par les participants. Les corrections d'autoatténuation n'étaient pas nécessaires pour cet échantillon de solution aqueuse. Il n'y a pas eu d'autre correction que celles de sommations.

¹ <http://www.lnhb.fr/donnees-nucleaires/module-lara/>

Tableau 3. Résultats communiqués par les participants

Labo No	Co-57		Co-60		Cs-137		Am-241	
	Activité (Bq/kg)	U (k=2) (%)						
1	19.8	10%	72.7	10%	51.4	10%	50.2	10%
2	19.4	15%	67.7	15%	48.8	15%	52.1	25%
3	20	10%	70	10%	50	10%	52	20%
4	19.3	10.7%	66.8	10.4%	49.2	10.5%	51.1	11.3%
5	19.49	7.2%	65.26	6.3%	48.58	6.4%	53.79	8.8%
6	19.5	7.3%	68.1	7.0%	49.6	7.2%	51.2	9.4%
7	20.4	9.2%	69.0	8.8%	50.1	9.2%	50.2	9.8%
8	21	4%	70	7%	51	6%	53	16%
9	19.9	5.0%	69.0	5.0%	49.6	5.0%	49.8	7.5%
10	21.2	14.4%	71.6	5.8%	51.8	12.0%	52.7	20.2%
11	20.07	10%	70.77	10%	52.04	10%	58.92	10%
12	20.2	16.6%	68.5	9.00%	50.6	14.8%	49.8	22.6%
13	18.1	6.4%	68.5	4.8%	47.9	6.2%	49.4	8.2%
14	16.6	17%	56.8	6%	40.6	12.5%	40.8	20.5%
15	23.4	9.1%	67.1	7.2%	57.4	7.8%	-	-
16	20	12.2%	66	9.5%	48	11.4%	56	22.0%
17	20	10%	66	10%	48	10%	-	-
18	20.1	1.6%	68.8	5.0%	51.3	3.8%	55.9	5.1%
19	20.9	4.3%	70.0	3.0%	51.5	3.1%	55.4	5.7%
20	23.6	6.1%	80.5	6.0%	51.7	5.9%	49.1	16.0%
21	19.81	8.63%	67.83	8.50%	48.82	8.51%	16.94	11.7%
22	19.1	5%	67.2	4%	48.7	4%	52.4	7%
23	11.08	19.5%	43.84	16.3%	43.23	17.2%	28.75	22.6%
25	20.8	11.02%	73.4	10.64%	51.9	11.02%	-	-
moyenne	19.7		67.7		49.7		49.0	
écart-type	2.3		6.5		3.1		9.6	
éc.-t. rel. (%)	12%		10%		6%		20%	
max	23.6		80.5		57.4		58.92	
min	11		43.8		41		16.9	
Référence	19.9		69.7		49.7		49.7	
Biais	-0.6%		-3%		-0.1%		-1%	

Tableau 4. Rapport R activité mesurée / activité de référence

Labo No	Co-57 (-)	Co-60 (-)	Cs-137 (-)	Am-241 (-)
1	1.00	1.04	1.03	1.01
2	0.98	0.97	0.98	1.05
3	1.01	1.00	1.01	1.05
4	0.97	0.96	0.99	1.03
5	0.98	0.94	0.98	1.08
6	0.98	0.98	1.00	1.03
7	1.03	0.99	1.01	1.01
8	1.06	1.00	1.03	1.07
9	1.00	0.99	1.00	1.00
10	1.07	1.03	1.04	1.06
11	1.01	1.02	1.05	1.18
12	1.02	0.98	1.02	1.00
13	0.91	0.98	0.96	0.99
14	0.84	0.82	0.82	0.82
15	1.18	0.96	1.15	-
16	1.01	0.95	0.97	1.13
17	1.01	0.95	0.97	-
18	1.01	0.99	1.03	1.12
19	1.05	1.00	1.04	1.11
20	1.19	1.16	1.04	0.99
21	1.00	0.97	0.98	0.34
22	0.96	0.96	0.98	1.05
23	0.56	0.63	0.87	0.58
25	1.05	1.05	1.04	-
moyenne	0.992	0.969	0.997	0.986
écart-type	0.12	0.09	0.06	0.19
écart-t.rel. (%)	12%	10%	6%	20%
Max	1.19	1.16	1.15	1.18
min	0.56	0.63	0.82	0.34

Les rapports *mesuré/référence* des quatre radionucléides sont aussi représentés dans les Figure 1 à Figure 4.

Tableau 5. Indication concernant les corrections appliquées

Labo No	Correction de sommations	Labo No	Correction de sommations
1	oui	13	non
2	non	14	non
3	non	15	non
4	oui	16	oui
5	oui	17	oui
6	oui	18	non
7	oui	19	non
8	oui	20	non
9	oui	21	oui
10	oui	22	oui
11	non	23	non
12	oui	25	non

3.2. Méthode d'analyse des résultats

Le rapport R de l'activité mesurée à l'activité de référence a été calculé pour chaque résultat :

$$R = \frac{\text{activité mesurée}}{\text{activité de référence}}$$

Les valeurs de ce rapport sont données dans le Tableau 4.

Afin de juger des résultats, on a utilisé l'outil statistique du score ζ (zêta). Celui-ci tient compte non seulement de l'écart par rapport à la valeur de référence dans le jugement de la performance, mais incorpore aussi l'évaluation de l'incertitude donnée par le participant. Ce score est défini par la relation :

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

où A_{mes} est la concentration radioactive mesurée par le participant, A_{ref} est la concentration radioactive de référence, la valeur de u_{mes} est l'incertitude-type absolue communiquée par le participant (calculée à partir de l'incertitude relative U à $k=2$ du Tableau 3 et divisée par 2) et u_{ref} est l'incertitude-type absolue de la valeur de référence de l'intercomparaison (calculée à partir de l'incertitude relative U du Tableau 2 et divisée par 2).

La valeur du score ζ s'interprète de la manière suivante :

- Quand le score ζ est situé entre -2.0 et +2.0, cela indique une performance adéquate et aucun signal particulier n'est donné.
- Quand le score ζ est situé entre -3.0 et -2.0 ou entre 2.0 et 3.0, cela indique une performance discutable et un avertissement est signalé (**WARNING**).
- Quand le score ζ est au-dessus de 3.0 ou en dessous de -3.0, cela signale qu'il faut procéder à une amélioration ou action corrective (**ACTION**).

Le Tableau 6 présente les valeurs du score ζ calculées pour chaque résultat.

Tableau 6. Scores ζ obtenus pour les mesures des participants

Labo No	Co-57 (-)	Co-60 (-)	Cs-137 (-)	Am-241 (-)
1	-0.1	0.8	0.6	0.2
2	-0.3	-0.4	-0.2	0.4
3	0.1	0.1	0.1	0.4
4	-0.5	-0.8	-0.2	0.5
5	-0.5	-2.1	-0.7	1.6
6	-0.5	-0.6	-0.1	0.6
7	0.6	-0.2	0.2	0.2
8	2.6	0.1	0.8	0.8
9	0.1	-0.4	-0.1	0.0
10	0.9	0.9	0.7	0.6
11	0.2	0.3	0.9	3.0
12	0.2	-0.4	0.2	0.0
13	-3.0	-0.7	-1.2	-0.2
14	-2.3	-7.4	-3.5	-2.1
15	3.3	-1.0	3.4	-
16	0.1	-1.2	-0.6	1.0
17	0.1	-1.1	-0.7	-
18	1.0	-0.5	1.5	3.8
19	2.3	0.3	1.9	3.2
20	5.1	4.4	1.2	-0.2
21	-0.1	-0.6	-0.4	-26.4
22	-1.6	-1.8	-0.9	1.3
23	-8.1	-7.2	-1.7	-6.3
25	0.8	1.0	0.8	-

Normal
Warning
Action

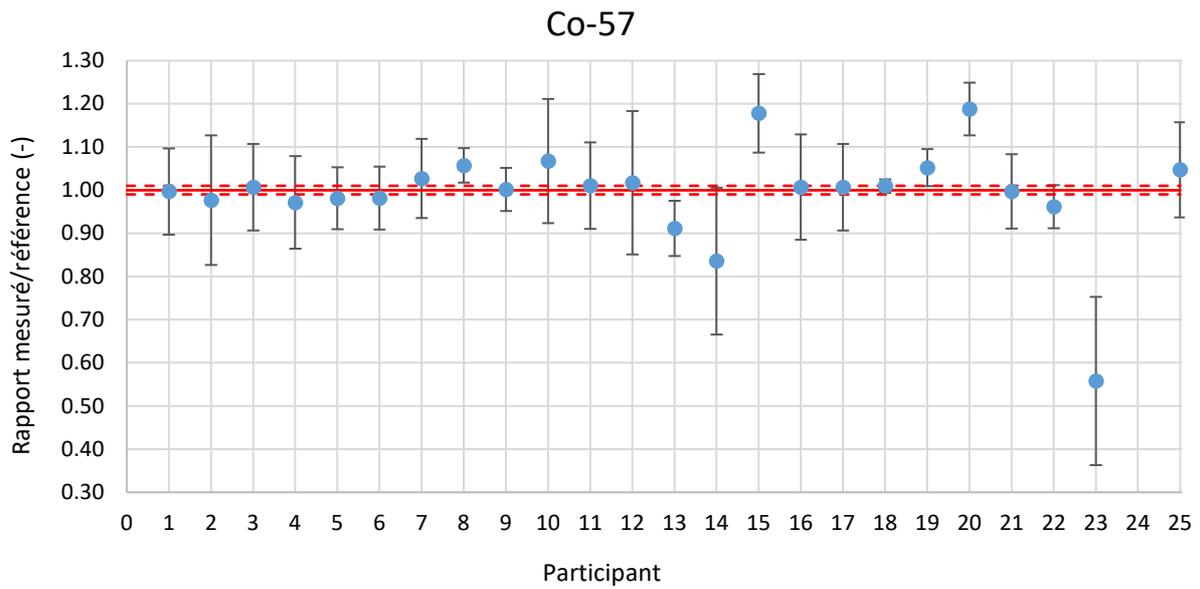


Figure 1. Rapport mesuré/référence et incertitudes élargies à $k=2$ pour le Co-57. Les lignes horizontales représentent les valeurs de référence et leurs incertitudes élargies à $k=2$.

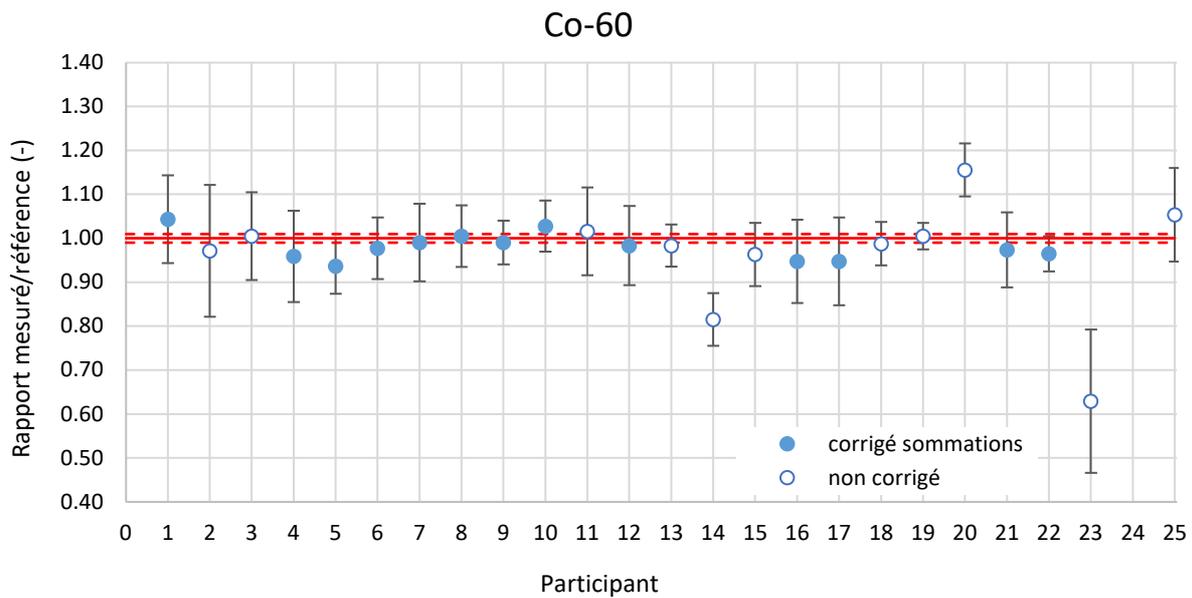


Figure 2. Rapport mesuré/référence et incertitudes élargies à $k=2$ pour le Co-60. Le symbole plein ou creux indique si le résultat est corrigé pour les effets de sommations ou non. Les lignes horizontales représentent les valeurs de référence et leurs incertitudes élargies à $k=2$.

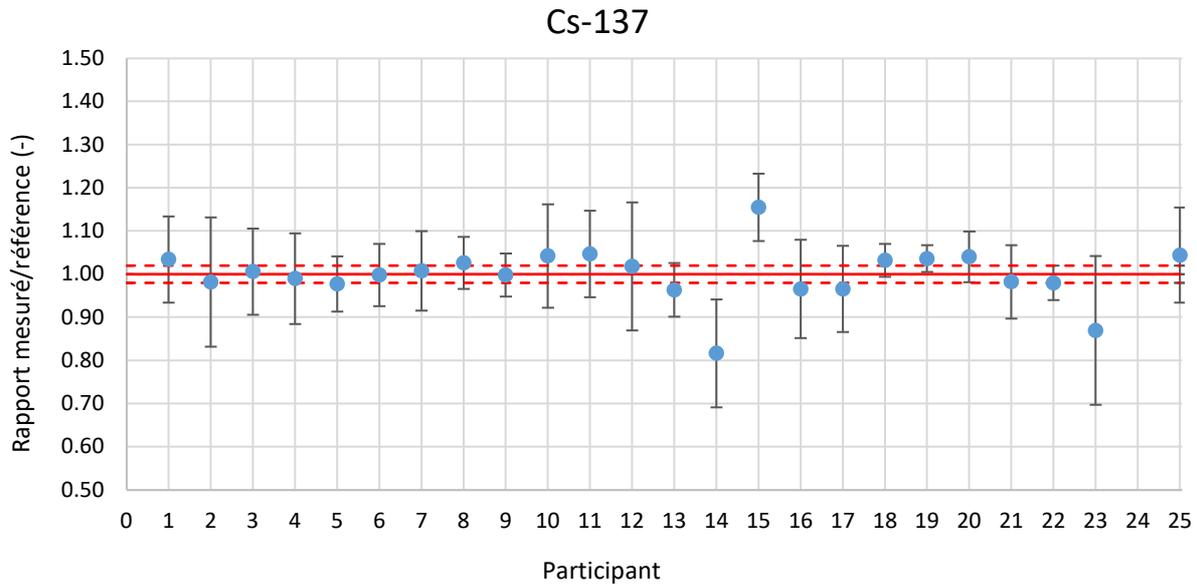


Figure 3. Rapport mesuré/référence et incertitudes élargies à $k=2$ pour le Cs-137. Les lignes horizontales représentent les valeurs de référence et leurs incertitudes élargies à $k=2$.

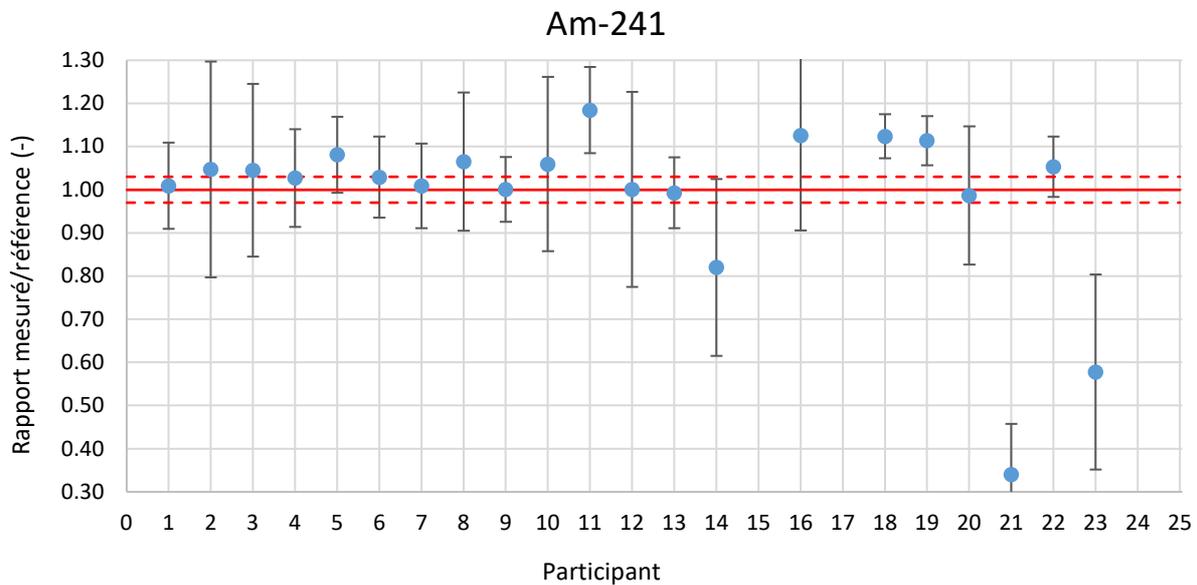


Figure 4. Rapport mesuré/référence et incertitudes élargies à $k=2$ pour l'Am-241. Les lignes horizontales représentent les valeurs de référence et leurs incertitudes élargies à $k=2$.

3.3. Discussion des résultats

Une grande diversité de géométries a été utilisée pour les mesures (de 40 ml à 1000 ml d'échantillon). Trois quarts des participants ont analysé 500 ml d'échantillon. Deux participants ont utilisé des récipients enveloppants de type Marinelli.

Plus de la moitié des laboratoires a appliqué des corrections de sommations, le plus souvent déterminées avec InterWinner 8, LabSOCS/Genie 2000 et Gespecor (EFFTRAN).

Co-57

Pour le Co-57, le rapport *mesuré/référence* moyen des participants est de 0.992 ± 0.12 (1 écart-type). L'accord général entre les participants et l'activité de référence est donc assez bon.

Le score ζ montre que 17 laboratoires sur 24 ont un résultat en ordre, 4 ont un signal de WARNING et 3 reçoivent un signal d'ACTION.

Co-60

Le rapport *mesuré/référence* moyen des participants est de 0.969 ± 0.09 (1 écart-type). Cet écart provient d'une part du fait qu'une partie des participants ne fait pas de correction pour les effets des sommations, ce qui engendre une erreur de plusieurs pourcents (environ 5% de sous-estimation pour un Semadeni 500 ml avec une HPGe de 25% d'efficacité). Et d'autre part de la valeur nettement sous-estimée du participant no 23.

D'après la Figure 2, on ne peut pas affirmer que les résultats avec une correction de sommations sont meilleurs que les résultats des laboratoires qui n'en appliquent pas. Il y a plusieurs sources d'incertitudes qui cachent cette différence. L'accord général entre les participants et l'activité de référence est satisfaisant.

Le score ζ montre que 20 laboratoires ont un résultat en ordre, 1 a un signal de WARNING et 3 reçoivent un signal d'ACTION.

Cs-137

Le rapport *mesuré/référence* moyen est de 0.997 ± 0.06 (1 écart-type). L'accord entre les participants et l'activité de référence est donc assez bon.

Vingt-deux résultats sont en ordre selon leur score ζ et 2 sont signalés avec un signal ACTION.

Am-241

C'était le radionucléide le plus difficile à mesurer. Vingt et un laboratoires ont donné un résultat d'activité. Le rapport *mesuré/référence* moyen est de 0.986 ± 0.19 (1 écart-type). L'accord général entre les participants et l'activité de référence est respecté aux incertitudes près.

Du point de vue des scores ζ , 15 laboratoires ont obtenu un résultat normal, 1 laboratoire a reçu un signal WARNING et 5 ont eu un signal ACTION. Le résultat no 21 est très nettement sous-estimé.

Enfin, 3 laboratoires n'ont pas pu fournir l'activité de l'Am-241. La ligne γ de 60 keV est en principe bien détectable avec tous les types d'HPGe. Il faut cependant que la courbe d'efficacité ait été établie jusqu'à cette énergie. Une extrapolation à partir des points à plus haute énergie est trop incertaine.

3.3.1. Performances globales

Le résumé des performances en termes de score zêta est donné dans le Tableau 7 pour chaque radionucléide. On constate que 77% des résultats rapportés par les participants sont irréprochables. Dans 6% des cas, la performance pourrait être améliorée. Dans 14% des cas, une action correctrice serait souhaitable, comme le contrôle de l'étalonnage en efficacité, des données de la bibliothèque de radionucléides, du calcul des incertitudes, de l'introduction de corrections de sommation, de la préparation de l'échantillon et du respect de la géométrie de mesure, etc.

Dans 3% des cas, le radionucléide Am-241 n'a pas pu être identifié ou quantifié. Il est possible que ces laboratoires n'aient pas effectué un étalonnage du détecteur jusqu'à l'énergie correspondante (60 keV).

Tableau 7. Nombres de cas observés dans chaque catégorie de score zêta

Catégorie	Co-57	Co-60	Cs-137	Am-241	Total	Relatif
OK	17	20	22	15	74	77%
WARNING	4	1	0	1	6	6%
ACTION	3	3	2	5	13	14%
Pas mesuré	0	0	0	3	3	3%
total	24	24	24	24	96	100%

Performance globale de chaque participant

Dans le but d'offrir aux participants la possibilité de détecter les problèmes dans leur méthode (et non pas pour stigmatiser certains d'entre eux !), nous avons établi un indicateur de la performance globale de chaque laboratoire lors de cet exercice.

Pour ceci, nous avons calculé la somme des valeurs absolues des scores zêta obtenus pour les radionucléides mesurés. Le *score zêta moyen* est ensuite calculé en divisant la somme par le nombre de radionucléides mesurés (3 ou 4 selon le laboratoire).

La performance globale de chaque laboratoire est illustrée dans la Figure 5.

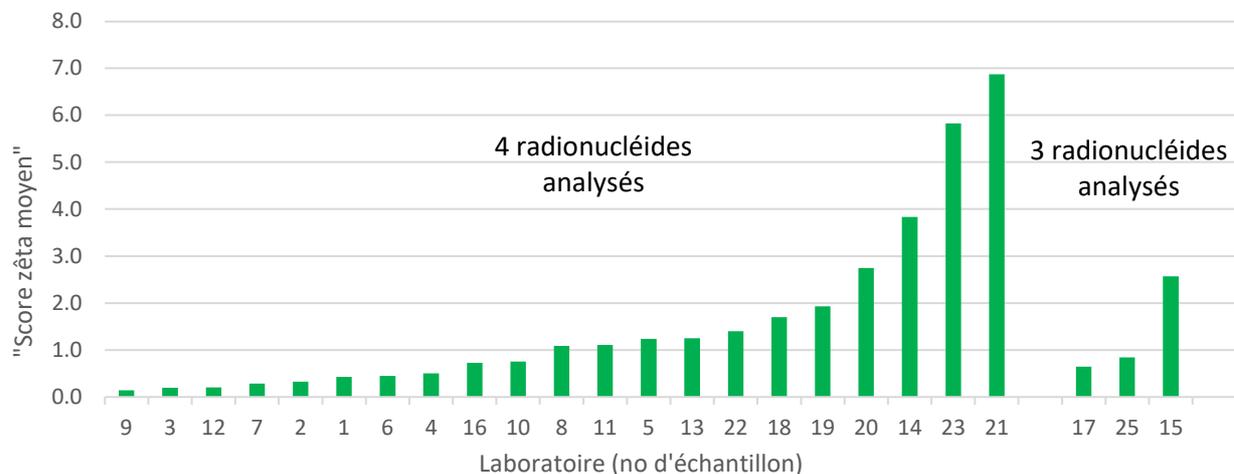


Figure 5. Nombre de radionucléides mesurés par les participants et score zêta moyen obtenu

Toujours avec les mêmes critères de ± 2 et ± 3 pour zêta, on observe que 19 participants ont un score zêta moyen inférieur à 2 (en ordre), deux participants sont entre 2 et 3 (Warning), et trois participants sont au-dessus de 3 (Action).

Autrement dit, les performances moyennes, ou globales, de 19 participants sur 24 sont bonnes. Dans les 5 autres cas, une analyse devrait être faite pour améliorer ou corriger la méthode de travail.

Pour le no 15, les performances sont variables pour les 3 activités rapportées et il est difficile d'identifier la cause.

Pour le no 20, 2 radionucléides sont bien analysés et 2 autres sont surestimés. Peut-être que la courbe d'efficacité devrait être réexaminée.

Pour le no 14, les quatre activités rapportées sont toutes sous-estimées de la même façon (environ -18%). Il semble qu'un problème systématique soit présent (quantité d'échantillon, courbe d'étalonnage en efficacité inadéquate, ...).

Pour le no 23, trois activités rapportées sur quatre sont nettement sous-estimées. Il semble qu'un problème d'étalonnage du détecteur soit présent.

Pour le no 21, le problème se limite à l'Am-241. L'évaluation de ce radionucléide comporte une erreur (contrôler les données de la bibliothèque) ou la courbe d'efficacité ne s'étend pas jusqu'à cette énergie (avec un point expérimental et pas seulement par extrapolation !). Les 3 autres radionucléides sont analysés tout à fait correctement.

4. Conclusions

Vingt-quatre laboratoires ont pris part à l'intercomparaison 2024 et ont fourni des résultats.

Dans 77% des cas, le résultat rapporté est conforme aux attentes correspondant à la technique de la spectrométrie γ . C'est-à-dire que la valeur annoncée et son incertitude sont cohérentes par rapport à la valeur de référence et à la dispersion possible des résultats de mesure de cette technique. Il n'y a pas de nécessité d'intervenir sur la méthode d'analyse.

Dans 6% des cas, le résultat est gratifié d'un Warning, indiquant la nécessité de réexaminer l'évaluation de la mesure pour contrôler ce résultat.

Dans 14% des cas, le résultat reçoit un signal Action qui indique que l'écart observé dépasse nettement ce qu'on peut raisonnablement attendre pour cette technique. Ceci demande de contrôler la méthode, l'étalonnage du spectromètre, les données de base, voire la formation du personnel.

Enfin, 3 laboratoires n'ont pas pu fournir l'activité de l'Am-241. Il leur est possible d'utiliser le résultat de cette intercomparaison pour compléter la courbe d'étalonnage le cas échéant.

Les meilleures performances vont pour le Cs-137, puis le Co-60, le Co-57 et l'Am-241.

Presque la moitié des laboratoires n'effectuent pas de corrections de sommations ce qui peut expliquer une légère sous-estimation de l'activité du Co-60. Ceci n'est pas critiquable si on n'a pas les moyens de déterminer cette correction. Nous leur recommandons cependant de fixer des incertitudes suffisamment grandes pour tenir compte de ces effets. Les logiciels récents permettent d'introduire une composante supplémentaire d'incertitude dans les paramètres de l'analyse.

En conclusion, on peut dire que pour une vingtaine de laboratoires, les analyses n'ont pas posé de problèmes et que pour 4 ou 5 laboratoires, une révision attentive de la méthode est nécessaire. Ceci peut inclure un réétalonnage en efficacité du détecteur, en veillant à descendre jusqu'à 60 keV.

Le niveau de performance général semble comparable à celui des années précédentes. Plusieurs laboratoires ont renouvelé leurs installations et logiciels.

5. Remerciements

Nous remercions Corinne Moratal pour la préparation des échantillons d'intercomparaison, Frédéric Juget pour la mise à disposition des solutions étalons et Elise Caminel pour la relecture du rapport.

Les organisateurs tiennent à remercier chaleureusement les participants pour le soin qu'ils ont apporté au bon déroulement de cette campagne de mesure.

6. Annexe : liste des participants

Herr Dietmar Baumann
Amt für Lebensmittelsicherheit und
Tiergesundheit GR
Ringstrasse 10
Postfach
7001 Chur
081 257 26 24 / dietmar.baumann@alt.gr.ch

Herr Matthias Brüderle
Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt
(CVUA)
Radioaktivität / Nuklearer Notfallschutz
Bissierstraße 5
D-79114 Freiburg
+49 (0) 761 8855 - 1811 /
radiochemie@cvafr.bwl.de

Monsieur Marco De Rossa
Laboratorio cantonale
Via Mirasole 22
6500 Bellinzona
091 814 61 65 / marco.derossa@ti.ch

Monsieur Giovanni Ferreri
OFSP
Division Radioprotection
Radioactivité de l'environnement
Schwarzenburgstr. 157
3003 Bern
058 465 19 12 / giovanni.ferreri@bag.admin.ch

Herr Patrick Franz
Axpo Power AG
Kernkraftwerk Beznau
KBU-C
5312 Döttingen
056 266 73 18 / patrick.franz@axpo.com

Herr Robert Brogioli
Dienststelle Lebensmittelkontrolle und
Verbraucherschutz (DILV)
Chemie 1
Vonmattstrasse 16
6003 Luzern
041 248 84 05 / robert.brogioli@lu.ch

Herr Sandro D'Amato
SUVA
Bereich ALC
Rösslimattstrasse 39
CP 4358
6002 Luzern
041 419 64 03 / sandro.damato@suva.ch

Monsieur Stephane Dubascoux
Centre de Recherche Nestlé
Vers-chez-les-Blanc
Case postale 44
1000 Lausanne 26
/ stephane.dubascoux@rdls.nestle.com

Frau Jeannette Flückiger
Kernkraftwerk Leibstadt AG
UCL Chemielabor Kalt
5325 Leibstadt
056 267 84 19 / jeannette.flueckiger@kkl.ch

Herr Claudius Gemperle
Kanton Aargau DGS
Amt für Verbraucherschutz
Lebensmittelkontrolle
Obere Vorstadt 14
5000 Aarau
062 835 30 55 / claudius.gemperle@ag.ch

Herr Ruedi Habegger
ENSI Eidgenössisches
Nuklearsicherheitsinspektorat
Bereich Strahlenschutz
Industriestrasse 19
5201 Brugg
056 460 86 75 / ruedi.habegger@ensi.ch

Herr Stefan Kradolfer
Labor Spiez
Gruppe Radioaktivität
Austrasse
3700 Spiez
058 465 22 25 /
stefan.kradolfer@babs.admin.ch

Monsieur Nabil Menaa
CERN
Esplanade des Particules 1
HSE-RP
B24/E-024
1217 Meyrin
075 411 45 03 / nabil.menaa@cern.ch

Madame Stavroula Pallada
hepia haute école du paysage, d'ingénierie et
d'architecture
Laboratoire de Physique Nucléaire
Rue de la Prairie 4
1202 Genève
022 546 25 26 / stavroula.pallada@hesge.ch

Herr Stephan Reber
Kantonales Labor Zürich
Abteilung Elementanalytik
Fehrenstrasse 15
Postfach 1471
8032 Zürich
043 244 71 93 / stephan.reber@kl.zh.ch

Herr Alexander Schönmann
Kernkraftwerk Gösgen-Däniken AG
Kraftwerkstrasse
4658 Däniken
062 288 31 67 / aschoenmann@kkg.ch

Frau Eva Vogt
Zwilag
Zwischenlager Würenlingen AG
Industriestrasse Beznau 1
5303 Würenlingen
056 297 47 56 / eva.vogt@zwilag.ch

Herr Martin Heule
Paul Scherrer Institut
Abteilung für Strahlenschutz und Sicherheit
(ASI)
Radioanalytik
5232 Villigen - PSI
056 310 31 52 / martin.heule@psi.ch

Monsieur Jean-Luc Loizeau
Département F.-A. Forel des sciences de l'env.
et de l'eau
Université de Genève
Science 2 - 4ème étage
Quai Ernest-Ansermet 30
1205 Genève
022 379 03 19 / jean-luc.loizeau@unige.ch

Frau Susanne Nussbaumer
Kantonales Laboratorium BE
Muesmattstrasse 19
3012 Bern
031 633 11 11 / susanne.nussbaumer@be.ch

Frau Anja Pregler
Kantonales Laboratorium BS
Kannenfeldstrasse 2
4056 Basel
061 385 25 63 / anja.pregler@bs.ch

Herr Pascal Rünzi
EAWAG
Ueberlandstrasse 133
8600 Dübendorf
058 765 55 10 / pascal.ruenzi@eawag.ch

Madame Marietta Straub
Institut de radiophysique - CHUV
GCR
Rue du Grand-Pré 1
1007 Lausanne
021 314 81 73 / marietta.straub@chuv.ch

Herr Hans Zbinden
BKW Energie AG
Kernkraftwerk Mühleberg
Gruppe Chemie
3203 Mühleberg
058 477 73 09 / hans.zbinden@bkw.ch
