RAPPORT

INTERCOMPARAISON EN SPECTROMÉTRIE GAMMA SUR DES ÉCHANTILLONS DE SOLUTION AQUEUSE

Auteurs :	Claude Bailat, Thierry Buchillier, Youcef Nedjadi, Philippe Spring, Sandrine Zufferey, Sybille Estier et François Bochud
Version :	15.10.2007

Sommaire

1. Introduction 1
2. Chronologie de la campagne 3
3. Composition des sources et valeurs de référence 4
   - 3.1.1. Confection des sources 4
   - 3.1.2. Radioéléments et concentrations radioactives 4
4. Équipement et méthodes des laboratoires 5
5. Résultats et discussion 8
   - *5.1. Concentrations radioactives 8*
   - *5.2. Cohérence des incertitudes 13*
6. Conclusion 15
7. Remerciements 15

1. Introduction

L'Institut universitaire de radiophysique appliquée (IRA) est mandaté par l'Office fédéral de métrologie et d'accréditation (METAS) pour la détermination et la diffusion de l'unité d'activité. La Section de surveillance de la radioactivité (UeR) de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) est responsable de la surveillance de la radioactivité dans l'environnement.

Cette année, l'IRA et la SUeR ont proposé à l'ensemble des laboratoires effectuant des mesures d'activité dans l'environnement et les produits de consommation de participer à une intercomparaison de spectrométrie gamma. Un échantillon composé d'un radionucléide dans une solution aqueuse a été remis simultanément à chaque participant et a été mesuré en condition réelle. Sur les 24 laboratoires suisses concernés par ce type de mesure, 20 ont participé (voir Tableau 1).

Tableau 1 :Liste des participants à l'intercomparaison en spectrométrie gamma.

Jost Eikenberg	Paul Scherrer Institut, Abteilung für Strahlenschutz und Sicherheit 5232 Villigen - PSI	056 310 23 40	jost.eikenberg@psi.ch
Pascal Froidevaux	Institut de radiophysique appliquée Grand-Pré 1 1007 Lausanne	021 623 34 80	pascal.froidevaux@chuv.ch
Markus Zehringer	Kantonales Laboratorium BS, Sanitätsdepartement Kannenfeldstrasse 2, Postfach 4012 Basel	061 385 25 17	markus.zehringer@kl.bs.ch
Sergio Giannini	SUVA, Sektion Physik Rösslimattstrasse 39 6005 Luzern	041 419 53 41	sergio.giannini@suva.ch
Mario Burger	Bundesamt für Bevölkerungsschutz des VBS, Labor Spiez AC-Zentrum 3700 Spiez	033 228 14 00	mario.burger@babs.admin.ch
Susanne Pfenninger	Kantonales Laboratorium ZH Fehrenstrasse 15, Postfach 8032 Zürich	043 244 71 27	susanne.pfenninger@klzh.ch
Gilles Triscone	EIG, Laboratoire de Physique Nucléaire Rue de la Prairie 4 1202 Genève	022 338 05 26	gilles.triscone@hesge.ch
Jean-Luc Loizeau	Université de Genève, Institut F.A. Forel Rte de Suisse 10 1290 Versoix	022 950 97 21	jean-luc.loizeau@terre.unige.ch
Pavol Vojtyla	CERN, Safety Commission 1211 Genève 23	022 767 38 93	Pavol.Vojtyla@cern.ch
Claudine Bajo	Kanton Aargau, Amt für Verbraucherschutz Obere Vorstadt 14 5000 Aarau	062 835 30 22	claudine.bajo@ag.ch
Thomas Kaufmann	Amt für Lebensmittelkontrolle und Verbraucherschutz Vonmattstrasse 16, Postfach 6002 Luzern	041 248 84 05	Thomas.Kaufmann1@lu.ch
Sybille Estier	OFSP, Division Radioprotection Section Uer Schwartzenburgstr. 165 3097 Bern-Liebefeld	031 325 19 10	sybille.estier@bag.admin.ch
Dietmar Baumann	Amt für Lebensmittelsicherheit und Tiergesundheit GR Planaterrastrasse 11, Postfach 7001 Chur	081 257 26 24	dietmar.baumann@alt.gr.ch

Josef Ebner Peter Wernli	Kernkraftwerk Leibstadt AG Laborkalt UCK Hotlabor UCH 5325 Leibstadt	056 267 84 81	josef.ebner@kkl.ch peter.wernli@kkl.ch
Patrick Franz	Kernkraftwerk Beznau Chemielabor 5312 Döttingen	056 266 73 18	patrick.franz@nok.ch
Pietro Bonetti	Kantonales Laboratorium BE Muesmattstrasse 19 3012 Bern	031 633 11 29	pietro.bonetti@gef.be.ch
Andreas Leupin	Haubtabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, Abt. Strahlenschutz 5232 Villigen – HSK	056 310 39 32	andreas.leupin@hsk.ch
Max Haller	BKW FMB Energie AG Kernkraftwerk Mühleberg Ressort Chemie 3203 Mühleberg	031 754 76 28	max.haller@bkw-fmb.ch
Nicola Solcà	Laboratorio cantonale Via Mirasole 22 6500 Bellinzona	091 814 61 64	nicola.solca@ti.ch
Alexander Wehrli	Kantonales Laboratorium TG Spannerstrasse 20 8510 Frauenfeld	052 724 22 49	alexander.wehrli@tg.ch

2. Chronologie de la campagne

La chronologie de la campagne est rappelée dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Chronologie de la campagne

Date	**Événement**
24 avril	Circulaire d'invitation, avec délai de réponse au 8 juin 2007
4 juillet	Envoi des échantillons aux participants, avec délai de réponse au 1 septembre 2007
11 juillet	Communication des premiers résultats
31 août	Communication du dernier résultat
20 octobre	Distribution du présent rapport aux participants
6 novembre	Réunion de discussion relative à cette intercomparaison

3. Composition des sources et valeurs de référence

3.1.1. Confection des sources

Les échantillons de référence de cette intercomparaison ont été préparés par l'IRA. Il s'agit d'un récipient étanche en polyéthylène mou d'environ 500 ml de type Semadeni-108 contenant une solution aqueuse d'acide nitrique 0.1 M et d'un radioélément (Sb-124). Ce radioélément, qui fait partie des produits de fission d'une centrale atomique, est susceptible de se trouver dans l'environnement. Il est de plus assez intéressant de par son schéma de désintégration, qui n'est pas entièrement déterminé.

20 échantillons ont été préparés à partir de 10 litres de solution. La matière radioactive a tout d'abord été mise en solution dans 100 ml de HNO_3 à 0.1 M, puis diluée dans 10 litres de HNO_3 à 0.1 M également (1.002 kg/l). Les 10 litres ainsi obtenus ont alors été homogénéisés pendant 4 heures à l'aide d'un barreau magnétique. Les échantillons individuels de 500 ml ont été finalement confectionnés et mesurés pour contrôle par spectrométrie gamma. Le Tableau 3 indique les masses de chaque échantillon.

Tableau 3 : Masse des échantillons préparés lors de ce travail. L'incertitude (k=2) est de 0.01 g.

Numéro de l'échantillon	Masse [g]
1	523.78
2	516.56
3	522.39
4	519.96
5	520.25
6	522.18
7	522.31
8	523.05
9	523.12
10	520.82
11	522.15
12	521.39
13	523.48
14	520.96
15	525.57
16	522.16
17	527.39
18	524.86
19	521.88
20	519.84

3.1.2. Radioéléments et concentrations radioactives

La mesure de la concentration radioactive de référence a été effectuée sur la solution mère non diluée avec des activimètres secondaires du laboratoire primaire de l'IRA garantissant le rattachement aux étalons internationaux. La concentration radioactive de référence ainsi obtenue est indiquée dans le Tableau 4.

La date de référence de la présente intercomparaison a été fixée au 1er août 2007 12:00 TEC. Lorsque des résultats de mesure ont dû être corrigés pour la décroissance radioactive, la période du Tableau 5 a été prise en compte, (Référence : Decay Data Evaluation Project, http://www.nucleide.org/DDEP_WG/Periodes_2006.pdf).

Tableau 4 : Concentration radioactive de référence au 1er août 2007 12:00 TEC.

Nucléide	Conc. radioactive	Incertitude élargie (k=2)	
	[Bq/kg]	[Bq/kg]	[%]
Sb-124	3305.2	21.2	0.64

Tableau 5 : Période de référence prise en compte lors des calculs de décroissance effectués lors de cette étude.

Nucléide	Période	Incertitude élargie (k=2)	
	[j]	[j]	[%]
Sb-124	60.20	0.06	0.1

4. Équipement et méthodes des laboratoires

Le Tableau 6 résume les équipements utilisés par les participants et le Tableau 7 les méthodes d'analyse.

Tableau 6 : Résumé des équipements des différents laboratoires.

Laboratoires	Détecteur	Mise en fonction	ε [%]	Logiciel	Étalonnage, type	date
Abteilung für Strahlenschutz und Sicherheit, PSI	HPGe type p Eurisys IGPC20	1988	22	InterWinner ver. 5.0	Amersham	2003
Institut de radiophysique appliquée	HPGe type n Canberra GCW 4523	1999	45	Genie 2000 Ver. 1.4	IRA-METAS	2002
Kantonales Laboratorium Basel	HPGe type p Eurisys IGPC28-18-r	1998	23.7/28	InterWinner ver. 5.0	IRA-Metas	1993
SUVA, Sektion Physik	HPGe type p Ortec EGC 20R	1989	20	InterWinner ver. 6.0	Czeck Metrological Institute	2006
Labor Spiez	HPGe type n Canberra GR 3018	2001	21	Genie VMS	AEA Technology, Amersham	2003
Kantonales Laboratorium Zürich	HPGe type p PGT IGC25	1989	25.3	InterGamma ver. 5.05	IRA-METAS	2000
EIG Laboratoire de physique nucléaire	HPGe à puits type p Eurisys EGPC 155 P15	1997-99	32	InterWinner ver. 5.0	IRA-METAS et DAMRI	2000
Université de Genève, Institut F.A. Forel	HPGe à puits type p Ortec GMX-50220-5	1990	57.8	Gamma Vision ver. 5.1	IRA-METAS	2000 2000

Laboratoires	Détecteur	Mise en fonction	ε [%]	Logiciel	Étalonnage, type	date
CERN, Safety Commission	HPGe type n Canberra GC 5019	2004	50.2	Genie 2000 Ver. 2 .1	charactérization Labsocs	2004
Kantonales Laboratorium Aarau	HPGe type p PGT IGC27	1989	27.7	InterWinner ver. 5	IRA-METAS	2003
Amt für Lebensmittel-kontrolle und Verbraucherschutz, Luzern	HPGe type n Intertechnique EGPC25	1990	25.8	InterWinner ver. 5.0	IRA-METAS	2000
OFSP, Section Surveillance de la Radioactivité	HPGe type p Eurisys IGPC28-185-r	1994	20	Winner ver. 6.0	Czeck Metrological Institute	2003
Amt für Lebensmittelsicherheit und Tiergesundheit GR	HPGe type p Ortec GEM-25P4	2005	25	InterWinner ver.5.05	Eu-152	2007
Kernkraftwerk Leibstadt AG	Ortec GEM 20 Canberra GC 2018 Tennelec CPUDS 30-20190 Canberra GC 1318	2007 2000 1989 1995	20 20 20 13	InterWinner ver. 5	QSA	2007
	Ortec GEM 25P4 Canberra GC2018	2007 1992	25 20	InterWinner ver. 5	PTB-QCR14	?
Kernkraftwerk Beznau	HPGe type p Canberra GC3018	2006	31.2	Winner ver. 6.0	Ba-133/Eu-152	2007
Kantonales Laboratorium Bern	HPGe type p Enertec EGPC20	1986	20.6	Winner ver. 6.0	Centre AC Spiez	1987
HSK, Abteilung Strahlenschutz	HPGe type p PGT IGC22	1987	22.2	InterWinner ver. 6.0	Amersham	2005
BKW FMB Energie AG Kernkraftwerk Mühleberg	Ortec GEM40P	2001	40	Interwinner ver. 5.0	IRA-Metas	2001
Laboratorio cantonale Bellinzona	Ortec GEM30	2003	30	Interwinner ver. 5.0	Czeck Metrological Institute	2007
Kantonales Laboratorium TG	NaI Canberra	?	?	Genie 2000	Am-241, Cs-137, Co-60	?

Tableau 7 : Résumé des méthodes d'analyse des différents laboratoires.

Laboratoires	**Volume [ml]**	**Type de récipient**	**Distance [mm]**	**Corr de somm.**
Abteilung für Strahlenschutz und Sicherheit, PSI	500	Ira-Suer	40	non
Institut de radiophysique appliquée	500	Semadeni 1742	sur le détecteur	Oui, Monte Carlo
Kantonales Laboratorium Basel	500	Semadeni	sur le détecteur	Oui Debertin+Helmer
SUVA, Sektion Physik	500	Semadeni	sur le détecteur	non
Labor Spiez	250	1/4L Spiez	60	non
Kantonales Laboratorium Zürich	500	Semadeni	sur le détecteur?	non
EIG Laboratoire de physique nucléaire	50	CEA Type E	6	Oui, ISOX
Université de Genève, Institut F.A. Forel	250 rempli à 40ml	Boîte cylindrique	2	Oui, Gespecor
CERN, Safety Commission	500	Semadeni 1742	10	Oui, Genie 2000
Kantonales Laboratorium Aarau	500	Semadeni 1742	sur le détecteur	Oui, NIM (1979) 158, 471.
Amt für Lebensmittel-kontrolle und Verbraucherschutz, Luzern	500	Semadeni	sur le détecteur	Oui, estimé selon le rapport du PTB-2a-24
OFSP, Section Surveillance de la Radioactivité	520	Boîte cylindrique	sur le détecteur	Oui, Gespecor
Amt für Lebensmittelsicherheit und Tiergesundheit GR	500	Semadeni	sur le détecteur	non
Kernkraftwerk Leibstadt AG	1000	Marinelli	20 sur le détecteur	? non
Kernkraftwerk Beznau	50	Boîte cylindrique	50	non
Kantonales Laboratorium Bern	1000	géométrie centre-AC de Spiez	sur le détecteur	non
HSK, Abteilung Strahlenschutz	1000	Boîte cylindrique	sur le détecteur	non
BKW FMB Energie AG Kernkraftwerk Mühleberg	500	Semadeni	3	non
Laboratorio cantonale Bellinzona	250	Semadeni	60	non
Kantonales Laboratorium TG	500	Semadeni	sur le détecteur	?

5. Résultats et discussion

Comme aucun formulaire de retour de résultat n'avait été distribué, les participants ont utilisé leur rapport courant de présentation des résultats. La très grande majorité des documents reçus sont clairement rédigés et présentent les données utiles. On peut remarquer une nette progression par rapport aux précédentes intercomaraisons. Le logiciel d'analyse des spectres le plus usité est InterWinner, seul cinq participants utilisent un autre produit. Les versions d'Interwinner/ Winner s'étalent de la 4.0 à la 6.0. Huit laboratoires ont procédé à des corrections de sommations, dont cinq en utilisant des logiciels commerciaux.

Tous les laboratoires ont identifié correctement le radionucléide de l'échantillon et ont indiqué la concentration radioactive correspondante.

5.1. Concentrations radioactives

Le Tableau 8 présente l'ensemble des valeurs telles qu'elles ont été rapportées par les laboratoires. Une partie des laboratoires exprime l'activité par unité de masse (Bq/kg) et (Bq/g), tandis que d'autre l'exprime en unité de volume (Bq/l) et (Bq/m^3). Tous les laboratoires ont indiqué une incertitude de mesure sur leur rapport. Néanmoins, certains laboratoires n'ont pas précisé le facteur d'élargissement (k) retenu. Dans le doute, nous avons estimé que le facteur d'élargissement était de k = 1. La date de référence n'a pas été explicitée pour 6 échantillons, alors que c'est important dans le cas d'un échantillon de période inférieure à une année. Pour le Sb-124, une différence d'un mois implique 30% de différence en activité. Les données brutes de chaque laboratoire ont été mises en forme pour permettre une comparaison inter-laboratoire (voir Tableau 9). Le facteur d'élargissement a été choisi égal à 2. Les valeurs de concentrations radioactives ont été converties en Bq/kg. Les laboratoires numéro 10, 13 et 15 ayant fourni plusieurs mesures, la valeur moyenne a été retenue.

Tableau 8 : Ensemble des résultas de concentrations radioactives bruts communiqués par chaque laboratoire. U : incertitude.

N°	Concentration Sb-124	U	Unités	Nature incert.
1	3227	103	Bq/l	k=?
2	3.15E+06	7.51E+04	Bq/m3	k=?
3	3200	5%	Bq/l	k=2
4	2927	105	Bq/l	k=2
5	3.07	0.17	kBq/kg	k=2
6	3.2E+03	3.0E+02	Bq/kg	k=2
7	3300	165	Bq/kg	k=2
8	3160	5%	Bq/kg	k=?
9	3290	170	Bq/l	k=2
10	3.14E+03	1.1%	Bq/l	k=1
	3.14E+03	1.1%	Bq/l	
	3.15E+03	0.9%	Bq/l	
	3.21E+03	0.9%	Bq/l	
	3.17E+03	1.1%	Bq/l	
	3.20E+03	1.2%	Bq/l	
	3.15E+03	1.1%	Bq/l	
	3.20E+03	1.3%	Bq/l	
11	3138	87	Bq/l	k=?
12	3.19E+03	1.6E+02	Bq/kg	k=1
13	3.270E+06	2.999E+04	Bq/m3	k=1
	3.338E+06	3.121E+04	Bq/m3	
	3.341E+06	3.158E+04	Bq/m3	
	3.357E+06	3.077E+04	Bq/m3	
	3.363E+06	3.083E+04	Bq/m3	
	3.495E+06	1.868E+05	Bq/m3	
	3.350E+06	1.728E+05	Bq/m3	
	3.519E+06	2.493E+04	Bq/m3	
	3.496E+06	4.290E+04	Bq/m3	
	3.532E+06	2.320E+04	Bq/m3	
14	3.24	0.14	Bq/g	k=2
15	3.28E+00	3.35E-01	Bq/g	k=2
	3.26E+00	3.33E-01	Bq/g	
16	3177	9.1%	Bq/kg	k=?
17	3242	220	Bq/kg	k=2
18	3358	162	Bq/kg	k=2
19	2850	350	Bq/kg	k=?

Tableau 9 : Ensemble des résultats de concentrations radioactives en Bq/kg mis en forme. U: incertitude (k=2). Δ est l'écart relatif à la référence.

N°	Sb-124 [Bq/kg]	U [Bq/kg]	U [%]	Δ [%]
1	3'227	206	6.4	-2.4
2	3'145	150	4.8	-4.8
3	3'200	320	10.0	-3.2
4	2'927	105	3.6	-11.4
5	3'070	307	10.0	-7.1
6	3'200	300	9.4	-3.2
7	3'300	165	5.0	-0.2
8	3'160	316	10.0	-4.4
9	3'290	170	5.2	-0.5
10	3'170	69	2.2	-4.1
11	3'138	174	5.5	-5.1
12	3'190	320	10.0	-3.5
13	3'410	121	3.5	3.2
14	3'240	140	4.3	-2.0
15	3'270	334	10.2	-1.1
16	3'177	289	9.1	-3.9
17	3'242	220	6.8	-1.9
18	3'358	162	4.8	1.6
19	2'850	350	12.3	-13.8

L'ensemble des résultats mis en forme et leur incertitude (k=2) sont présentés dans la Figure 1. On voit que les résultats sont relativement bons.

Nous avons ensuite calculé l'écart relatif par rapport à la référence, Δ, Tableau 9. La concentration radioactive de référence est résumée dans le Tableau 4. Cette erreur relative est représentée graphiquement dans la Figure 2. L'écart maximal entre la mesure et la référence est 13.8%. La médiane des écarts relatifs est de -3.2%, ce qui montre que l'activité de Sb-124 est plutôt sous-évaluée.

On voit donc que les résultats restent dans une fourchette de valeurs très acceptables.

Afin d'isoler un effet systématique du aux sommations, on peut séparer les résultats en deux groupes, Figure 3. Le premier groupe comprend les résultats qui n'ont pas été corrigés pour les effets des sommations et dont l'effet est non négligeable, typiquement les mesures proches du détecteur. Le second regroupe les résultats des laboratoires opérant des corrections de sommations et/ou mesurant à une distance suffisante du détecteur. En observant les résultats sous cet angle, on voit que les corrections de sommations n'expliquent pas la sous-évaluation de l'activité de Sb-124. L'effet des sommations est donc une des composantes de l'écart relatif à la référence et d'autres sources d'erreur entrent en ligne de compte.

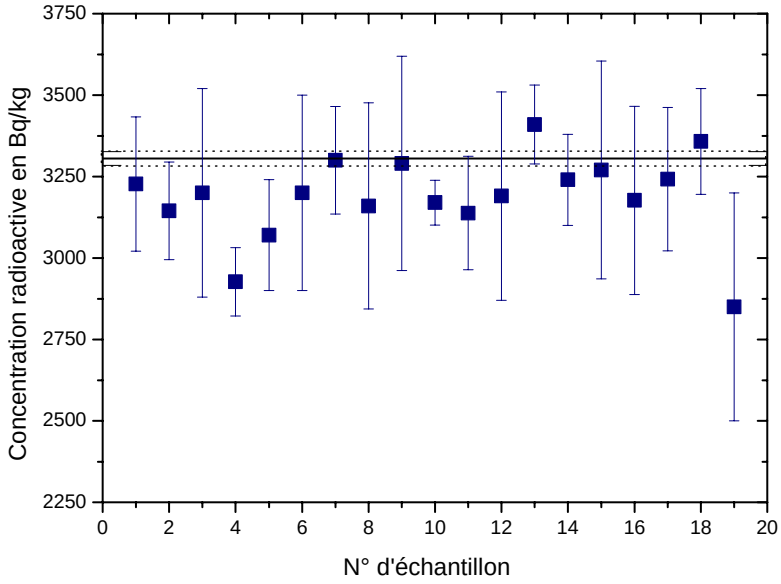

Figure 1 : Résultats de chaque laboratoire rapportés à la date de référence après mise en forme. Les barres d'incertitudes représentent une incertitude élargie à k=2. Les lignes horizontales représentent la valeur de référence et la marge d'incertitudes à k=2.

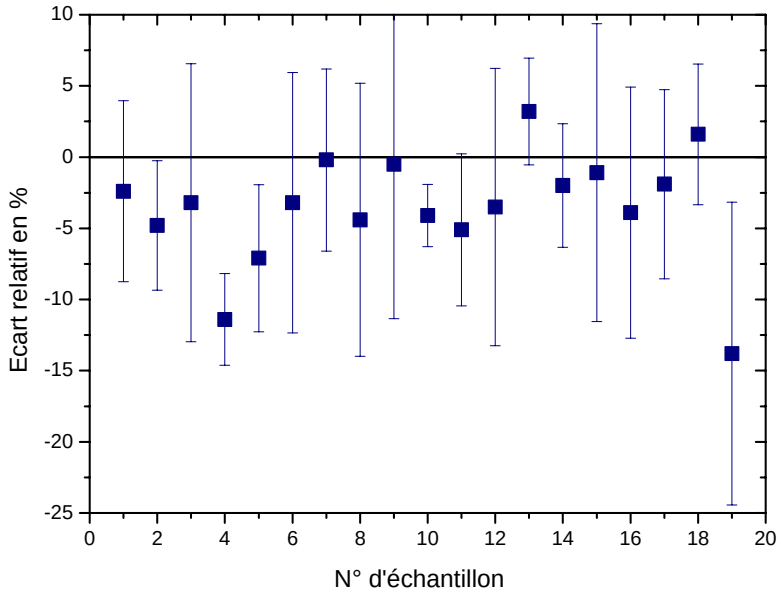

Figure 2 : Ecart relatif à la référence pour la concentration radioactive du Sb-124. Les barres d'incertitudes représentent une incertitude élargie à k=2.

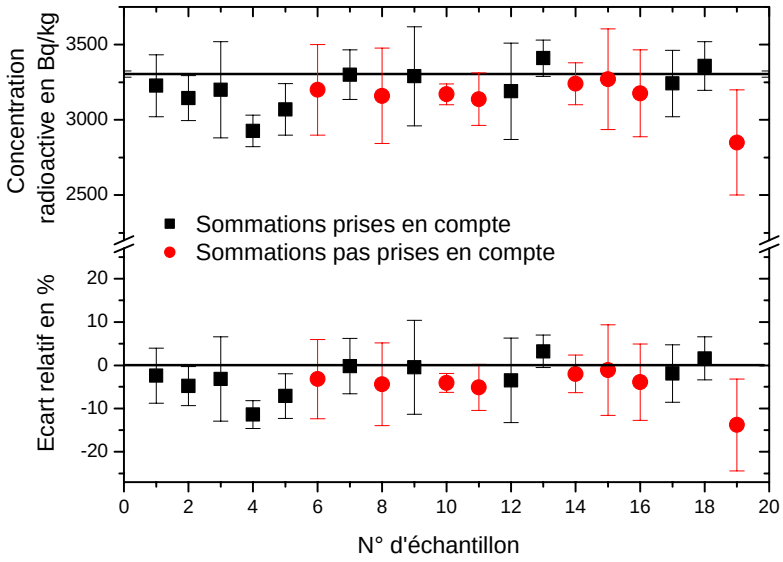

Figure 3 : Résultats de chaque laboratoire rapportés à la date de référence et écart relatif à la référence. Les barres d'incertitudes représentent une incertitude élargie à k=2. Les résultats qui n'ont pas été corrigés pour les effets des sommations et les autres sont représentés de différentes couleurs.

5.2. Cohérence des incertitudes

Afin de juger de la cohérence des incertitudes rapportées, on a calculé la déviation normée définie par la relation :

$$u = \frac{\left|A_{mes} - A_{réf}\right|}{\sqrt{s_{mes}^2 + s_{réf}^2}} \quad , \tag{1}$$

où A_{mes} est la concentration radioactive mesurée par un laboratoire, $A_{réf}$ est la concentration radioactive de référence et s_{mes} et $s_{réf}$ sont les incertitudes-types (k=1) associées à la mesure du laboratoire et à la référence respectivement. La déviation normée u permet d'apprécier si l'incertitude a été évaluée de manière réaliste.

La variable u est en principe distribuée selon la loi de Student (qui converge vers une distribution normale lorsque le nombre de degrés de liberté augmente). Les critères indiqués dans le Tableau 10 sont généralement admis.

Tableau 10 : Critère d'interprétation de la grandeur statistique u.

Valeur de u	**Interprétation**
u < 1.64	Les valeurs ne diffèrent pas de manière significative
1.64 < u < 1.96	Les valeurs ne diffèrent probablement pas de manière significative
1.96 < u < 2.58	On ne peut rien dire
2.58 < u < 3.29	Les valeurs diffèrent probablement de manière significative
3.29 < u	Les valeurs diffèrent de manière significative

Le Tableau 11 présente l'ensemble des déviations normées des mesures effectuées dans le cadre de cette intercomparaison. Les valeurs différant de manière significative ont été mises en évidence *en italique* (valeurs supérieures à 2.58) ou en ***caractères gras*** (valeurs supérieures à 3.29). La Figure 4 représente ces valeurs de déviations normées graphiquement.

On observe que la mesure des échantillons 4 et 10 donne des valeurs de la déviation plus élevées, malgré un écart relatif en dessous de 15%, Figure 2. Ceci est dû à la sous évaluation des incertitudes. Il est cependant heureux de constater une nette amélioration de la cohérence des incertitudes.

Tableau 11 : Déviations normées par laboratoire.

N°	A_{mes} [Bq/kg]	s_{mes} [Bq/kg]	u
1	3'227	206	0.4
2	3'145	150	1.1
3	3'200	320	0.3
4	2'927	105	**3.5**
5	3'070	170	1.4
6	3'200	300	0.3
7	3'300	165	0.0
8	3'160	316	0.4
9	3'290	170	0.1
10	3'170	69	1.9
11	3'138	174	1.0
12	3'190	320	0.4
13	3'410	121	0.9
14	3'240	140	0.5
15	3'270	334	0.1
16	3'177	289	0.4
17	3'242	220	0.3
18	3'358	162	0.3
19	2'850	350	1.3

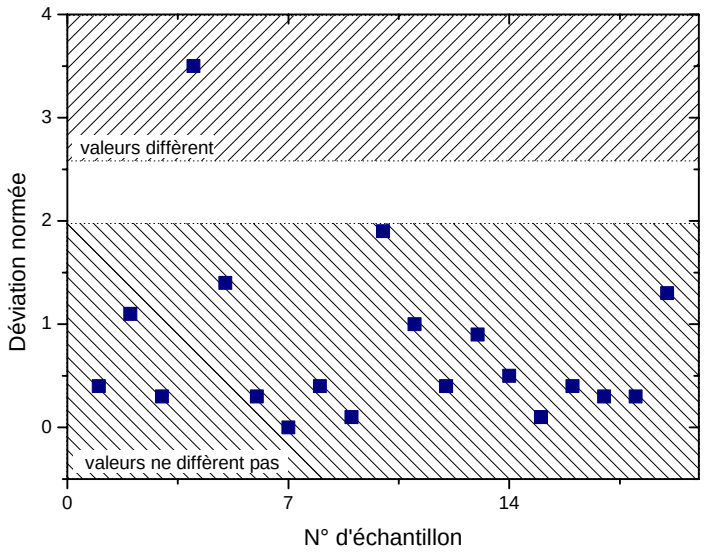

Figure 4 : Déviation normée pour la concentration radioactive du Sb-124.

6. Conclusion

Tous les laboratoires ont identifié le radionucléide dans la solution à analyser et l'accord des concentrations radioactives mesurées avec la valeur de référence est généralement bon. Dans 15 cas, l'écart est même inférieurs à 5% et seuls 2 résultats s'écartent de plus de 10%. On observe que les résultats sont plutôt sous-estimés, ce qui ne peut pas s'expliquer par l'utilisation des facteurs de corrections de sommations par une partie seulement des participants.

La forme des rapports de mesure est en nette progression, mais dans certains cas il manquait encore la date de référence (surtout dans le cas d'un radionucléide de courte période) et le type d'incertitude utilisée. L'évaluation des incertitudes a conduit à peu d'incohérences, ce qui est très réjouissant et démontre un effort particulier des différents laboratoires.

7. Remerciements

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