

Hospices cantonaux
Département universitaire de
médecine et santé communautaires



INSTITUT UNIVERSITAIRE DE
RADIOPHYSIQUE APPLIQUEE

Grand-Pré 1
CH-1007 Lausanne

EIG Laboratoires de physique nucléaire
Rue de la Prairie 4
A l'att. de Monsieur
Gilles Triscone
1202 Genève

V/réf. : N/réf. : FBo/SZ Lausanne, le 17 décembre 2004

Concerne : Intercomparaison gamma 2004

Monsieur,

Nous vous prions de bien vouloir trouver ci-joint la version finale du rapport concernant l'intercomparaison 2004 de spectrométrie gamma. Celui-ci a incorporé les commentaires qui nous sont parvenus après publication du rapport provisoire et lors de la réunion du 29 septembre 2004 à Fribourg.

Tout en restant à votre disposition pour d'éventuelles questions, nous vous prions de recevoir, Monsieur, nos salutations les meilleures.

François Bochud
Chef du groupe de radiométrie

EIG Laboratoires de physique nucléaire
 Rue de la Prairie 4
 A l'att. de Monsieur
 Gilles Triscone
 1202 Genève

V/réf. : N/réf. : FBo/SZ Lausanne, le 13 septembre 2004

Concerne : Intercomparaison gamma 2004

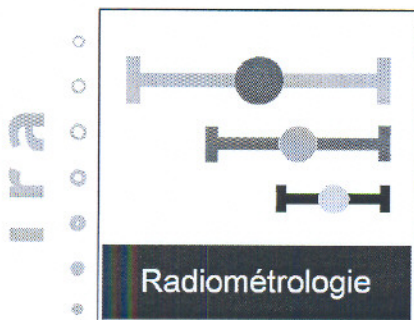
Monsieur,

Nous vous prions de bien vouloir trouver ci-joint la version provisoire du rapport concernant l'intercomparaison 2004 de spectrométrie gamma. Le code votre laboratoire est le 6.

Nous serions heureux de recevoir vos commentaires jusqu'au 29 septembre 2004, date à laquelle nous espérons vous rencontrer au séminaire de radioprotection organisé à la SUeR à Fribourg.

Tout en restant à votre disposition pour d'éventuelles questions, nous vous prions de recevoir, Monsieur, nos salutations les meilleures.

François Bochud
 Chef du groupe de radiométrie



RAPPORT

INTERCOMPARAISON EN SPECTROMÉTRIE GAMMA SUR DES ÉCHANTILLONS DE LAIT CONTAMINÉ

Projet : GRM 2004 / 08
 Auteurs : François Bochud, Jean-François Valley, Thierry Buchillier,
 Philippe Spring, Sandrine Zufferey et Hansruedi Völkle
 Version : 16 décembre 2004

Sommaire

1. Introduction	2
2. Chronologie de la campagne	2
3. Composition des sources et valeurs de référence	2
3.1.1. Confection des sources	2
3.1.2. Radioéléments et concentrations radioactives	3
4. Équipement et méthodes des laboratoires	4
5. Résultats et discussion	4
5.1. Durées de mesure	4
5.2. Dates des annonces des résultats	5
5.3. Concentrations radioactives	5
5.4. Cohérence des incertitudes	8
6. Conclusion	9
7. Poursuite de la démarche	10
8. Remerciements	10
Annexe I : Participants	11
Annexe II : Dates des annonces de résultats et durées des mesures	12
Annexe III : Résultats bruts	13
Annexe IV : Résultats rapportés à la date de référence	14

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 (SUEr) 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 de lait contaminé a été remis simultanément à chaque participant et a été mesuré en condition réelle. Le temps de réponse a été pris en compte.

Sur les 15 laboratoires suisses concernés par ce type de mesure, 14 ont participé.

2. Chronologie de la campagne

La chronologie de la campagne est rappelée dans le Tableau 1. L'envoi des échantillons a été effectué par exprès l'après-midi du jeudi 24 juin 2004. Ceci garantissait que chaque laboratoire entre en possession de l'échantillon au plus tard à 9:00 le vendredi matin 25 juin 2004.

Tableau 1 : Chronologie de la campagne.

Date	Événement
22 mars 2004	Circulaire d'invitation, avec délai de réponse au 30 avril 2004
24 juin 2004	Envoi des échantillons aux participants
25 juin 2004	Réception des échantillons par les participants
25 juin 2004	Communication des premiers résultats
27 juillet 2004	Communication du dernier résultat
10 septembre 2004	Distribution du présent rapport aux participants
29 septembre 2004	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-018 contenant du lait et trois radioéléments présents lors de retombées d'accident nucléaire (I-131, Cs-134 et Cs-137).

Pratiquement, 20 échantillons ont été préparés à partir de 8 litres de lait upérisé. La matière radioactive a tout d'abord été mise en solution dans 2 litres d'eau contenant 2.6 g de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) et 40 ml de formaldéhyde (HCHO). Une fois homogénéisée pendant 1 heure, 8 litres de lait ont été introduits dans le récipient contenant la solution radioactive. Les 10 litres ainsi obtenus ont alors été homogénéisés pendant 15 heures à l'aide d'un barreau magnétique. Le lendemain, les échantillons individuels de 500 ml ont été confectionnés et mesurés pour contrôle par spectrométrie gamma pendant environ 30 minutes chacun.

Le Tableau 2 indique les masses de chaque échantillon.

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

Numéro de l'échantillon	Masse [g]
1	521.69
2	519.67
3	519.27
4	519.09
5	521.22
6	524.97
7	520.79
8	519.34
9	520.76
10	520.70
11	519.07
12	520.45
13	520.15
14	524.21

3.1.2. Radioéléments et concentrations radioactives

La mesure des activités de référence a été effectuée sur les solutions mères non diluées avec des activimètres d'IRA-METAS garantissant le rattachement aux étalons internationaux. Les concentrations radioactives de référence ainsi obtenues sont indiquées dans le Tableau 3. Ces activités sont de l'ordre de grandeur de ce qui avait été mesuré sur du lait suisse au début mai 1986 et sont inférieures à LE¹.

La date de référence de la présente intercomparaison a été fixée au 25 juin 2004 à 12:00 TEC. Lorsque des résultats de mesure ont dû être corrigés pour la décroissance radioactive, les périodes du Tableau 4 ont été prises en compte.

Tableau 3 : Concentrations radioactives de référence au 25.06.2004-12:00 TEC.

Nuclide	Conc. radioactive [Bq/kg]	Incertaince élargie (k=2)	
		[Bq/kg]	[%]
I-131	174.2	1.8	1.00
Cs-134	143.5	1.5	1.02
Cs-137	50.05	0.16	0.32

¹ Les valeurs de LE sont : 500 Bq/kg (I-131, Cs-134), 800 Bq/kg (Cs-137).

Tableau 4 : Périodes de référence prises en compte lors des calculs de décroissance effectués lors de cette étude. Référence : site Internet du Commissariat à l'Energie atomique français¹

Nuclide	Période [h]	Incertitude élargie (k=2)	
		[h]	[%]
I-131	192.504	0.024	0.01
Cs-134	18102	18	0.10
Cs-137	263137	438	0.17

4. Équipement et méthodes des laboratoires

Une étude détaillée des équipements et des logiciels utilisés en Suisse ayant été faite en 2003, ces informations n'ont pas été recueillies cette année.

5. Résultats et discussion

Bien que certains laboratoires aient réalisé plusieurs mesures, nous n'avons considéré que la première et la dernière valeur annoncées afin de faciliter la comparaison entre les laboratoires.

5.1. Durées de mesure

Les valeurs numériques des durées de mesures sont indiquées au Tableau 8 (Annexe II) et sont synthétisées graphiquement dans la Figure 1.

On observe deux groupes de mesure : un groupe court, inférieur à 3 heures et un groupe long supérieur à 15 heures.

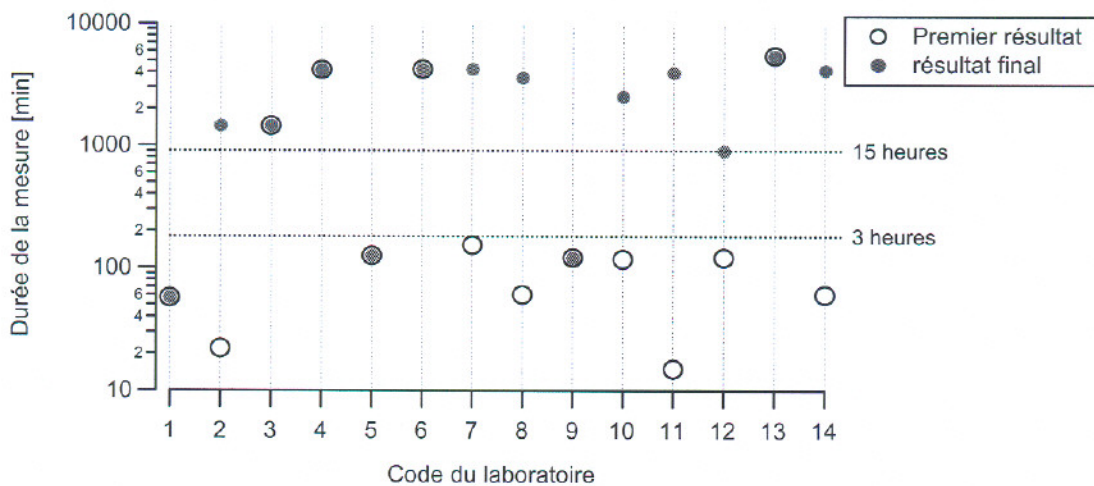


Figure 1 : Durées de mesure.

¹ http://www.bnm.fr/bnm-lnhb/DDEP_WG/DDEPdata.htm. Les données contenues sur ce site Internet font référence pour les laboratoires primaires de métrologie du monde entier.

5.2. Dates des annonces des résultats

Un des buts de l'exercice était d'évaluer la rapidité de l'annonce du résultat. Ainsi, les participants avaient la possibilité de remettre rapidement un premier résultat provisoire, puis de le compléter par un rapport définitif. Le Tableau 8 (Annexe II) indique les dates et heures de réception du premier résultat et le cas échéant du rapport final. La Figure 2 présente graphiquement les dates d'annonce des résultats.

On constate que 8 laboratoires sur 14 ont annoncé un résultat le jour de la réception de l'échantillon. Un jour ouvrable plus tard 10 laboratoires avaient répondu, 2 jours après il y en avait 12 et trois jours après 13 laboratoires avaient répondu. Le dernier laboratoire a répondu un mois plus tard sans justification particulière.

Parmi les laboratoires n'ayant pas remis de résultats quantifiés le jour de la réception de l'échantillon, deux ont donné une explication liée à des délais de livraison des colis au niveau de leur institution.

On notera finalement que les laboratoires ayant annoncé un résultat le jour de réception de l'échantillon n'ont pu le faire qu'en effectuant une mesure courte inférieure à 3 heures.

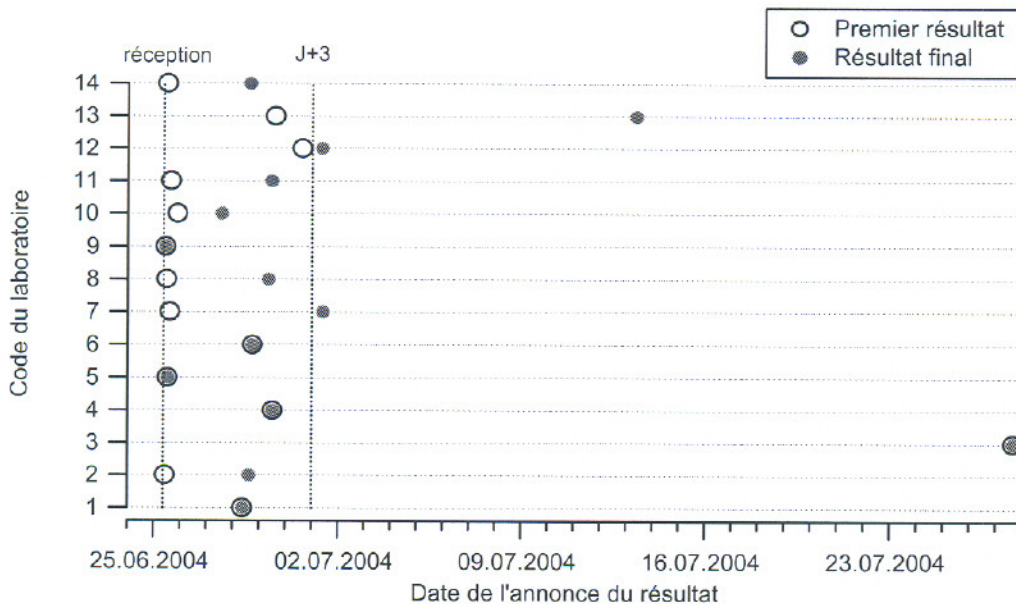


Figure 2 : Dates d'annonce des résultats pour chaque laboratoire.

5.3. Concentrations radioactives

Le Tableau 9 (Annexe III) présente l'ensemble des valeurs telles qu'elles ont été rapportées par les laboratoires. On constate que la majorité des laboratoires (11/14) exprime le résultat final en activité par unité de masse (Bq/kg). Les autres (3/14) expriment leurs résultats en activité par unité de volume (Bq/l). Deux laboratoires ont changé leur manière d'exprimer leur résultat entre le premier résultat et le résultat final (passage de l'activité par échantillon à l'activité par unité de masse et passage de l'activité par unité de volume à l'activité par unité de masse).

Quasiment tous les laboratoires (13/14) ont indiqué une incertitude de mesure sur leur rapport. Néanmoins, trois laboratoires n'avaient pas précisé le facteur d'élargissement (k) retenu. Toutes ces informations ont néanmoins rapidement pu être obtenues par la suite.

Dans la majorité des cas (12/14), les laboratoires expriment leurs incertitudes de mesure finales avec un facteur d'élargissement $k=2$. Les deux autres laboratoires indiquent leurs incertitudes avec un facteur d'élargissement $k=1$ et $k=3$ respectivement. De plus, un des laboratoires a donné un premier résultat avec $k=1$, puis les autres avec $k=2$.

La lettre accompagnant l'échantillon à analyser ne précisait pas les dates et heures de référence souhaitées et plusieurs laboratoires n'ont pas indiqué explicitement de date de référence sur leur rapport final. Les données complètes indiquées dans le Tableau 9 font en partie suite à une demande de précision de la part des organisateurs.

Le fait de ne pas indiquer l'heure de référence dans le rapport de mesure n'a pas d'incidence sur des radionucléides de relativement longues périodes comme le Cs-134 ou le Cs-137. En revanche pour un radionucléide de courte période comme le I-131, une erreur de 12 heures sur l'instant de référence modifie l'activité de plus de 4%.

Les données numériques des résultats préliminaires et finaux de chaque laboratoire rapportées à la même date de référence dans les mêmes unités et avec une incertitude du même type sont présentées dans le Tableau 10 (Annexe IV).

Pour chaque radionucléide, on a présenté graphiquement l'ensemble des résultats (et leur incertitude au niveau de confiance de 95%) dans la Figure 3. Les valeurs sont classées par ordre croissant d'activité.

Les écarts maximaux entre la mesure et la référence sont respectivement de 14%, 14% et 8% pour le I-131, le Cs-134 et le Cs-137.

Tous radionucléides confondus, 85% des premiers résultats annoncés étaient à l'intérieur d'une fourchette de $\pm 10\%$ par rapport à la référence. Cette proportion monte à 88% pour les résultats finaux.

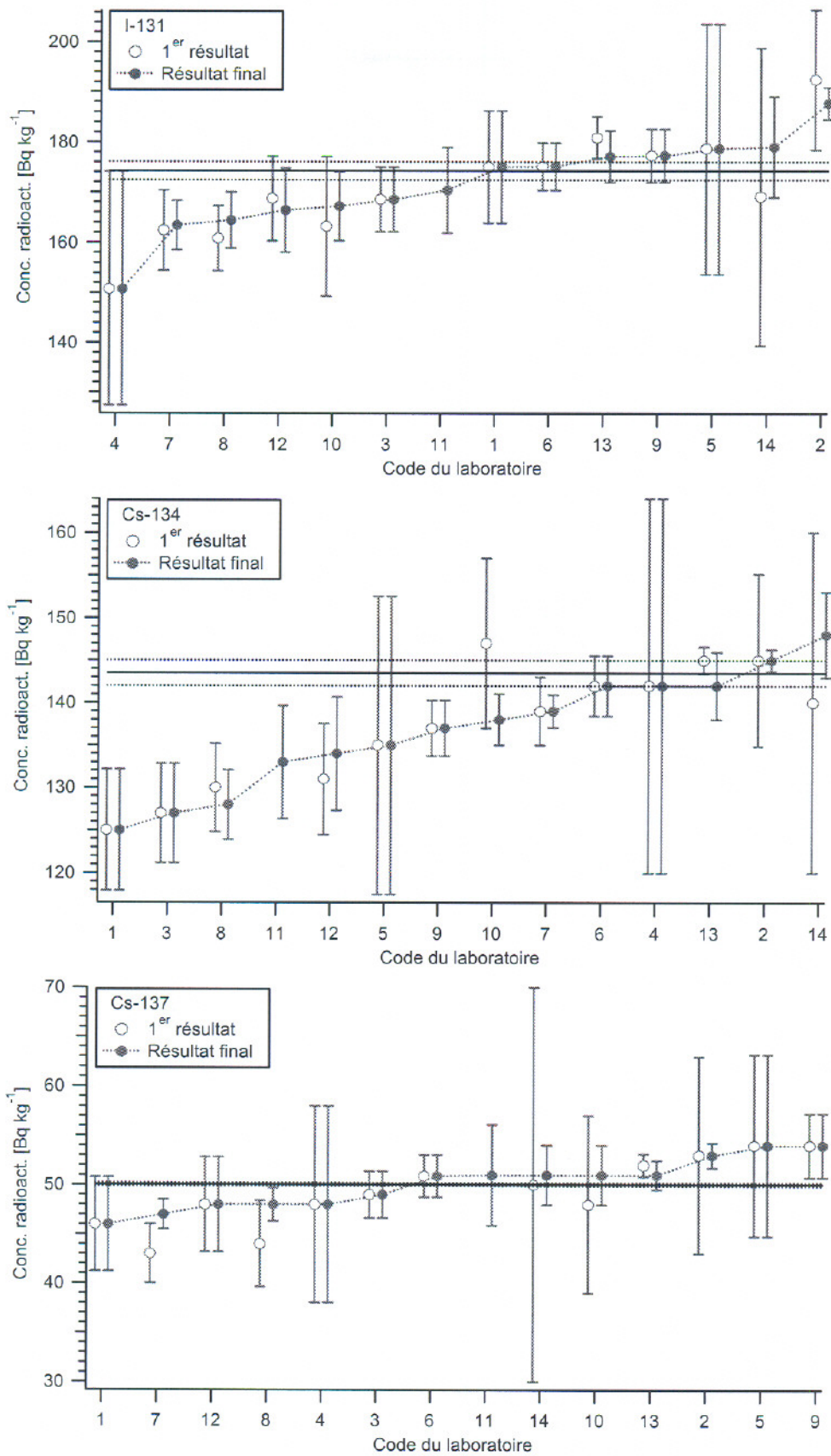


Figure 3 : Résultats de chaque laboratoire rapportés à la date de référence. Les barres d'erreur représentent une incertitude élargie à $k=2$. Les lignes horizontales représentent la valeur de référence et son incertitude ($k=2$).

5.4. Cohérence des incertitudes

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

$$u = \frac{|A_{\text{mes}} - A_{\text{réf}}|}{\sqrt{s_{\text{mes}}^2 + s_{\text{réf}}^2}}, \quad (1)$$

où A_{mes} est la concentration radioactive mesurée par un laboratoire, $A_{\text{réf}}$ est la concentration radioactive de référence et s_{mes} et $s_{\text{réf}}$ 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 5 sont généralement admis.

Tableau 5 : 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 6 présente l'ensemble des déviations normées des mesures effectuées dans le cadre de cette intercomparaison. Les valeurs différant au moins probablement de manière significative ont été mises en évidence *en italique* (valeurs supérieures à 2.58) ou en *caractères gras* (valeurs supérieures à 3.29).

Tableau 6 : Déviations normées par laboratoire et par radionucléide.

labo	1 ^{er} résultat			Résultat final		
	I-131	Cs-134	Cs-137	I-131	Cs-134	Cs-137
1	0.14	5.10	1.69	0.14	5.10	1.69
2	2.58	0.28	0.59	7.40	1.49	4.60
3	1.72	5.49	0.89	1.72	5.49	0.89
4	2.01	0.14	0.41	2.01	0.14	0.41
5	0.36	0.97	0.86	0.36	0.97	0.86
6	0.35	0.80	0.78	0.35	0.80	0.78
7	2.90	2.12	4.68	4.15	3.73	4.03
8	4.02	5.01	2.75	3.35	7.15	2.43
9	1.10	3.64	2.44	1.10	3.64	2.44
10	1.58	0.69	0.45	1.98	3.29	0.63
11	-	-	-	0.88	3.10	0.37
12	1.28	3.74	0.85	1.84	2.78	0.85
13	2.96	1.35	3.38	1.06	0.73	1.28
14	0.34	0.35	0.00	0.94	1.70	0.63

On observe que les incertitudes des résultats préliminaires ont une meilleure cohérence que celles des résultats finaux. Cela provient du fait que les résultats préliminaires ont en grande partie été réalisés pendant de faibles durées de comptage et que par conséquent, l'incertitude statistique est grande et domine les autres composantes. Pour les mesures finales, il est possible que les incertitudes de type B (étalonnage, facteurs de correction, positionnement, etc) aient été sous-estimées par certains participants.

Le radionucléide présentant la meilleure cohérence du point de vue des incertitudes est le Cs-137. Ceci s'explique sans doute par le fait que cet isotope est une source généralement utilisée lors de l'étalonnage des spectromètres. On notera néanmoins que bien que l'incertitude sur la valeur de référence soit encore plus petite que lors de l'exercice de 2003, la cohérence observée sur le Cs-137 s'est améliorée. Ceci provient probablement du fait que la géométrie et la nature physique de l'échantillon de cette année (flacon de 500 ml et échantillon liquide) sont proches de la situation d'étalonnage.

La cohérence observée lors de la mesure de l'I-131 est un peu moins bonne que pour le Cs-137, mais reste acceptable : trois laboratoires sur 14 ont des valeurs significativement différentes de la référence.

Pour ces deux radioéléments, on trouve des résultats significativement différents de la référence en dessous et en dessus de la valeur de référence.

La situation est plus critique pour le Cs-134 où plus de la moitié des résultats diffèrent au moins de manière probablement significative de la référence. Ces derniers sous-estiment tous la valeur de référence. Lors de l'intercomparaison de 2003, à l'exception d'un laboratoire, tous les laboratoires présentant actuellement une incohérence avaient des incertitudes cohérentes avec la référence. Étant donné que le Cs-134 présente des émissions photoniques coïncidentes, il est possible que ces incohérences puissent s'expliquer par une correction de sommation insuffisante, voire inexistante. En effet, même si ces corrections avaient été correctement effectuées en 2003, il est probable que la géométrie de 2004 nécessitait une correction de sommation différente.

6. Conclusion

Cet exercice a permis de faire le point sur les capacités de mesure en urgence d'échantillons contaminés en Suisse. Les résultats sont bons. L'écart maximal entre une mesure et la valeur de référence est de 14%, mais la plupart des résultats finaux (88%) étaient à l'intérieur de $\pm 10\%$ par rapport à la valeur de référence.

Sur 14 laboratoires, plus de la moitié ont fourni un résultat le jour même de la réception de l'échantillon et tous sauf un laboratoire ont répondu dans les trois jours ouvrables suivant la réception de l'échantillon. Lors de la réunion du 29 septembre 2004 à Fribourg, plusieurs laboratoires ont noté que dans une situation réelle, il serait important d'informer les laboratoires de mesure de l'arrivée imminente d'un échantillon. Ceci permettrait de s'assurer que les laboratoires sont à même d'effectuer la mesure. De plus, pour certaines institutions de grande taille, cela permettrait d'éviter que le colis ne prenne des chemins détournés avant d'être livré à la bonne personne.

Contrairement à ce qui avait été observé en 2003, le radioélément le plus en accord avec la valeur de référence et dont les incertitudes sont les plus cohérentes est le Cs-137. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'échantillon de cette année était sous forme liquide dans une géométrie plus facilement mesurable et proche des conditions d'étalonnage.

Si le I-131 est globalement bien mesuré par les laboratoires, il n'en est pas de même du Cs-134 qui est systématiquement sous-estimé par la moitié environ des participants. Ceci provient très probablement d'une absence de correction de sommation. Lors de la discussion de ces résultats à Fribourg le 29 septembre 2004, il a été relevé que l'on n'attend pas forcément de correction de

somation lors d'une mesure rapide. Toutefois, l'incertitude devrait probablement être étendue en conséquence.

On terminera en signalant que bien qu'en constante amélioration au fil des ans, la forme des rapports de mesure pourrait dans certains cas encore être améliorée en indiquant systématiquement et explicitement la date de référence et le type d'incertitude utilisée.

7. Poursuite de la démarche

Lors de la réunion de discussion du présent exercice, le 29 septembre 2004 à Fribourg, les propositions suivantes ont été faites pour l'exercice d'intercomparaison ou pour la réunion qui s'ensuivrait en 2005 :

- Traiter le problème de l'autoabsorption dans un échantillon de densité différente de celle de l'étalonnage.
- Améliorer l'estimation de l'incertitude de mesure.
 - Demander aux participants d'indiquer les différentes composantes prises en compte. En discuter lors d'une réunion commune.
 - Discuter de l'effet de la corrélation. Par exemple lors de la mesure des deux pics du Co-60.
 - Discuter des logiciels d'aide à l'estimation de l'incertitude.
- Analyser d'autres types d'échantillons (filtre à air, foin, salade).
- Mesurer un échantillon contenant des alpha et des gamma.
- Mesurer un échantillon de haute densité (poudre contenant de l'uranium ?).

En attendant, et comme cela a été mentionné lors de la réunion de Fribourg, l'IRA et la SUEr restent prêts à discuter d'éventuels problèmes concrets que pourraient avoir les laboratoires.

8. Remerciements

Les organisateurs tiennent à remercier chaleureusement les participants pour le soin qu'ils ont apporté au bon déroulement de cette campagne de mesure et à leur participation active à la réunion de discussion.

Annexe I : Participants

Tableau 7 : Adresses des participants et noms des personnes de contact (classées par numéro postal d'acheminement).

Institution	Adresse	Personne de contact
École d'Ingénieurs de Genève Laboratoires de physique nucléaire	Rue de la Prairie 4 1202 Genève	Gilles Triscone
CERN	SC sect. environnement 1211 Genève 23	Pavol Vojtyla
OFSP Section Surveillance de la Radioactivité	Ch. du Musée 3 1700 Fribourg	Sybille Estier
Université de Neuchâtel Centre d'Hydrogéologie	Case postale 2 2007 Neuchâtel	Heinz Surbeck
Labor Spiez	3700 Spiez	Ernst Schmid
Kantonaies Laboratorium	Kannenfeldstrasse 2 4012 Basel-Stadt	Markus Zehringer
Kantonaies Laboratorium	Obere Vorstadt 14 5000 Aarau	Claudine Bajo
Paul Scherrer Institut	Abteilung für Strahlenschutz und Sicherheit 5232 Villigen PSI	Jost Eikenberg
SUVA Abteilung Arbeitssicherheit Bereich Physik	Postfach 4358 6002 Luzern	André Meier
Kantonaies Laboratorium	Vonmattstrasse 16 6002 Luzern	Hans Schmucki
Kantonaies Labor + Lebensmittelkontrolle	Planaterrastrasse 11 7000 Chur	Urs Ackermann
Kantonaies Laboratorium	Fehrenstrasse 15 8032 Zürich	Erwin Gisler
Kantonaies Laboratorium	Spannerstrasse 20 8510 Frauenfeld	Alexander Wehrli
EAWAG	Ueberlandstrasse 133 8600 Dübendorf	Erwin Grieder

Annexe II : Dates des annonces de résultats et durées des mesures

Tableau 8 : Dates des annonces de résultats et durées des mesures.

N°	1 ^{er} résultat			Résultat final	
	Date	Heure	Durée de la mesure [min]	Date	Durée de la mesure [min]
1	28.6.04	09:00	57	<i>idem</i>	
2	25.6.04	10:25	22	28.6.04	1440
3	27.7.04	16:13	1440	<i>idem</i>	
4	29.6.04	12:12	4167	<i>idem</i>	
5	25.6.04	12:37	125	<i>idem</i>	
6	28.6.04	17:56	4200	<i>idem</i>	
7	25.6.04	14:35	152	1.7.04	4200
8	25.6.04	11:35	60	29.6.04	3600
9	25.6.04	10:41	120	<i>idem</i>	
10	25.6.04	21:23	117	27.6.04	2500
11	25.6.04	15:20	15	29.6.04	3950
12	30.6.04	15:06	120	1.7.04	900
13	29.6.04	14:27	5417	13.7.04	5417
14	25.6.04	12:06	<60	28.6.04	4140

Annexe III : Résultats bruts

Tableau 9 : Ensemble des résultats bruts communiqués par chaque laboratoire. U : incertitude.

N°	Unité			Date/heure réf.	Résultat					Nature incert.	
	Bq/kg	Bq/l	Bq/éch.		I-131	U [%]	Cs-134	U [%]	Cs-137		U [%]
1	X			23.6.04 12:00	208	6.4	125	5.7	46	10.4	k=2
2	X			25.6.04 00:00	201	11.0	145	10.5	50	28.2	k=3
	X			25.6.04 00:00	196	2.5	145	1.4	53.3	3.6	k=3
3	X			1.6.04 12:00	1341	1.9	129.6	2.3	49.4	2.4	k=1
4	X			23.6.04 00:00	187	15.5	142	15.5	48	20.8	k=2
5		X		25.6.04 10:00	180	14	135	13	54	17	k=2
6		X		25.6.04 12:00	175.1	2.7	142.0	2.5	50.89	4.2	k=2
7	X			25.6.04 11:00	163	4.9	139	2.9	43	7.0	k=2
	X			25.6.04 11:00	164	3.0	139	1.4	47	3.2	k=2
8	X			24.6.04 00:00	183	4	130	4	44	10	k=2
	X			24.6.04 00:00	187.2	3.4	128.2	3.2	48.3	3.5	k=2
9		X		25.6.04 12:00	180	3	137	2.4	54	6	k=2
10		X		25.6.04 09:00	165	8.5	147	6.8	48	18.8	k=2
	X			25.6.04 09:00	169	4.1	138	2.2	51	5.9	k=2
11					contaminé		contaminé		contaminé		
	X			24.6.04 00:00	194	3	133	2	51.5	5	k=1
	X			24.6.04 00:00	194	5	133	5	51.5	10	k=2
12			X	30.6.04 12:00	110	5	131	5	48	10	k=2
	X			30.6.04 12:00	108	5	133	5	48	10	k=2
13	X			23.6.04 12:00	215	1.2	145	0.5	52	1.1	k=1
	X			23.6.04 12:00	211	4.7	142	4.9	50.9	5.9	k=2
	X			23.6.04 12:00	209	7.2	143	6.3	51.1	9.8	k=2
	X			23.6.04 12:00	211	3.8	141	3.5	51.5	3.9	k=2
	X			23.6.04 12:00	209	4.8	143	3.5	51.8	5.8	k=2
	X			23.6.04 12:00	210.5	2.9	141.8	2.8	51.4	2.9	k=2
14	X			25.6.04 10:30	170	17.6	140	14.3	50	40	k=2
	X			25.6.04 10:30	180	5.6	148	3.4	51	5.9	k=2

Annexe IV : Résultats rapportés à la date de référence

Tableau 10 : Résultats préliminaires et finals de chaque laboratoire rapportés à la date de référence. Les incertitudes U sont toutes indiquées pour un facteur d'élargissement k=2.

N°	Résultat préliminaire [Bq/kg]						Résultat final [Bq/kg]					
	I-131	U [%]	Cs-134	U [%]	Cs-137	U [%]	I-131	U [%]	Cs-134	U [%]	Cs-137	U [%]
1	175.0	6.4	125	5.7	46	10.4	175.0	6.4	125	5.7	46	10.4
2	192.5	7.3	145	7.0	53	18.8	187.7	1.7	145	0.9	53	2.4
3	168.5	3.8	127	4.6	49	4.8	168.5	3.8	127	4.6	49	4.8
4	150.7	15.5	142	15.5	48	20.8	150.7	15.5	142	15.5	48	20.8
5	178.7	14	135	13	54	17	178.7	14	135	13	54	17
6	175.1	2.7	142	2.5	51	4.2	175.1	2.7	142	2.5	51	4.2
7	162.4	4.9	139	2.9	43	7.0	163.4	3.0	139	1.4	47	3.2
8	160.8	4	130	4	44	10	164.4	3.4	128	3.2	48	3.5
9	177.3	3	137	2.4	54	6	177.3	3	137	2.4	54	6
10	163.2	8.5	147	6.8	48	18.8	167.2	4.1	138	2.2	51	5.9
11	*		*		*		170.4	5	133	5	51	10
12	168.7	5	131	5	48	10	166.4	5	134	5	48	10
13	180.9	2.3	145	1.1	52	2.2	177.1	2.9	142	2.8	51	2.9
14	169.1	17.6	140	14.3	50	40.0	179.0	5.6	148	3.4	51	5.9
15	166.6	5.1	127	2.4	48	6.3	166.6	5.1	127	2.4	48	6.3

* pour ce laboratoire, seule une indication qualitative avait été communiquée : type de nuclide et indication contaminé.