

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

Analyse de la radioactivité dans les eaux embouteillées en France (eaux minérales naturelles et eaux de sources)

Etude DGS/ASN/IRSN

J. Loyen, A. Brassac, C. Augeray

IRSN/PRP-ENV/STEME

Congrès SFRP de Bordeaux

11 juin 2013



Origine de la demande de faire un bilan sur la radioactivité présente dans les eaux embouteillées :

■ Actualisation des données disponibles:

- en complément du bilan DGS/ASN/IRSN de la qualité radiologique des eaux du robinet et du contenu de la base SISE-Eaux (contrôle sanitaire)
- mise à jour des résultats de la dernière étude officielle d'envergure (1995) du fait des changements dans les processus de traitement des eaux brutes

■ Alimenter les réflexions en cours relatives à l'évolution de la réglementation:

Au niveau national et au niveau européen: projet d'un nouvel arrêté sur les modalités du contrôle sanitaire, projet d'une nouvelle directive avec introduction de références de qualité pour les eaux minérales naturelles

■ Répondre à la demande contextuelle liée à l'uranium et sa toxicité chimique

- suites de l'incident de SOCATRI
- révision de la valeur guide de l'OMS relative à l'uranium à 30 µg/l
- absence de données disponibles pour toutes les eaux destinées à la consommation humaines

Réglementation relative aux eaux conditionnées [1]

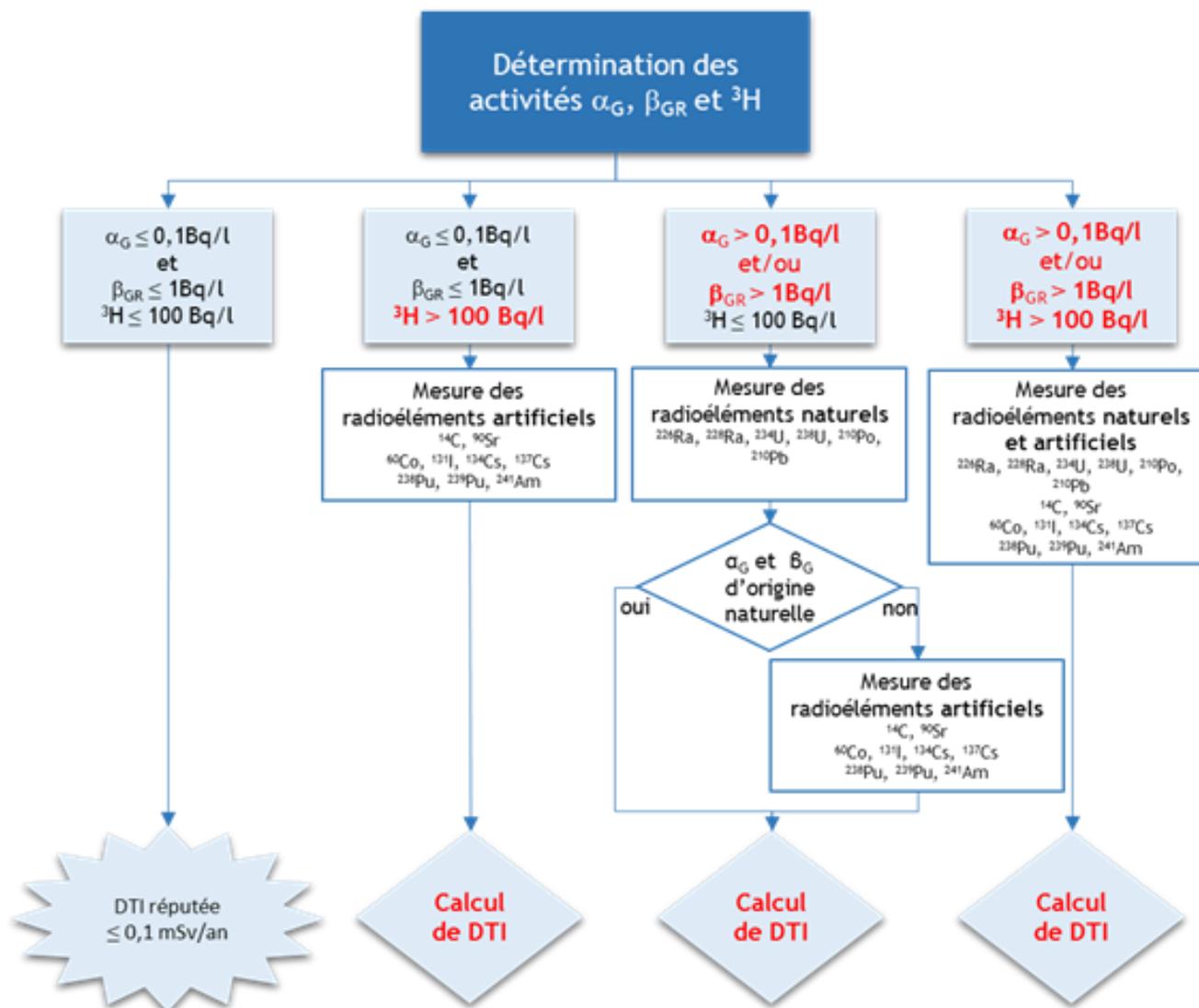
Références de qualité de <u>l'eau de source</u>		Notes
Activité alpha globale	0,1 Bq/l	En cas de dépassement analyse des radionucléides définis dans l'article R.1321-20 du CSP.
Activité bêta globale	1 Bq/l	
Tritium	100 Bq/l	Si la concentration dépasse le niveau de référence, recherche de radionucléides artificiels.
Dose totale indicative	0,10 mSv/an	Calcul selon les modalités de l'article R.1321-20 du CSP.

Caractère approprié pour l'alimentation du nourrisson (ES et EMN)

Paramètre	Limites de qualité
Activité alpha globale	0,1 Bq/l
Activité bêta globale	1 Bq/l
DTI	0,1 mSv/an
Tritium	100 Bq/l

[1] Arrêté du 14 mars 2007 modifié

Stratégie d'analyse: analogue à celle du contrôle sanitaire



Méthodologie:

- Recherche de la radioactivité dans les échantillons d'eaux embouteillées: mesure des activités alpha globale, bêta globale, mesure du K et du tritium
- Mesure de la concentration en uranium et comparaison à la valeur guide provisoire de l'OMS est de 30 µg/l
- Application d'une stratégie analogue à celle du contrôle sanitaire: réalisation d'analyses complémentaires si $\alpha_T > 0,1$ Bq/l (^{210}Po , ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{234}U , ^{238}U)
- Calcul de DTI suivant le scénario de la circulaire DGS [2] pour une consommation de 730 litres par an et comparaison à la valeur de 0,1 mSv/an

[2] Circulaire N° DGS/EA4/2007/232 du 13 juin 2007

Bilan du panel de l'étude

Type d'eau	Nombre d'échantillons pour analyses de base (α , β , ^{40}K , ^3H , U)	Nombre d'échantillons pour analyses complémentaires (^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{210}Pb , ^{210}Po , ^{238}U , ^{234}U)
Eau de source	75	13
Eau minérale naturelle	67	20
TOTAL	142	33



TOTAL: 142 eaux

Portée et limites de l'étude

Bilan « instantané » des caractéristiques radiologiques des eaux conditionnées produites en France, à la date de l'analyse des échantillons:

- Un seul échantillon mesuré
- Incertitudes de mesures non prises en compte
- Absence d'étude sur la stabilité de composition des eaux embouteillées

Activité Alpha globale mesurée dans une eau de captage du Bas-Rhin sur une période de 7 ans [3]

Valeur minimale	0,16 Bq/l
Valeur maximale	0,44 Bq/l
Valeur moyenne	0,29 Bq/l

[3] Source : Ministère chargé de la santé - Agence Régionale de Santé - Base SISE-EAUX



Protocoles de mesure

Détermination de l'indice de radioactivité alpha global et bêta global sur dépôt par évaporation et mesure alpha ou bêta (norme NF ISO 10704).	LD: 0,040 Bq/l LD: 0,4 Bq/l
Détermination de la concentration en potassium par émission de flamme (norme NF T 90 019).	1 mg/l
Détermination de l'activité du tritium par scintillation liquide (norme NF ISO 9698).	LD: 10 Bq/l
Détermination de la concentration en uranium par ICP-MS (norme NF M 60-805-4)	LQ: 0,1 µg/l
Détermination de l'activité en radium 226 par émanométrie et comptage alpha (norme NF M 60-803).	LD: 0,04 Bq/l
Détermination de l'activité en radium 228 et plomb 210 par spectrométrie gamma après concentration (selon NF M60-807).	LD: 0,06 Bq/l
Détermination des activités des isotopes de l'uranium par ICP-MS (norme NF M 60-805-4)	LD: 0,005 Bq/l
Détermination de l'activité en polonium 210 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF ISO 13 162).	LD: 0,005 Bq/l

$DTI = 730 * (\sum_i (C_i * h(g)_i))$ avec C_i : activité volumique exprimée en Bq/l pour le radionucléide i
 $h(g)_i$: dose efficace engagée par unité d'incorporation du radionucléide i ingéré par un adulte de plus de 17 ans

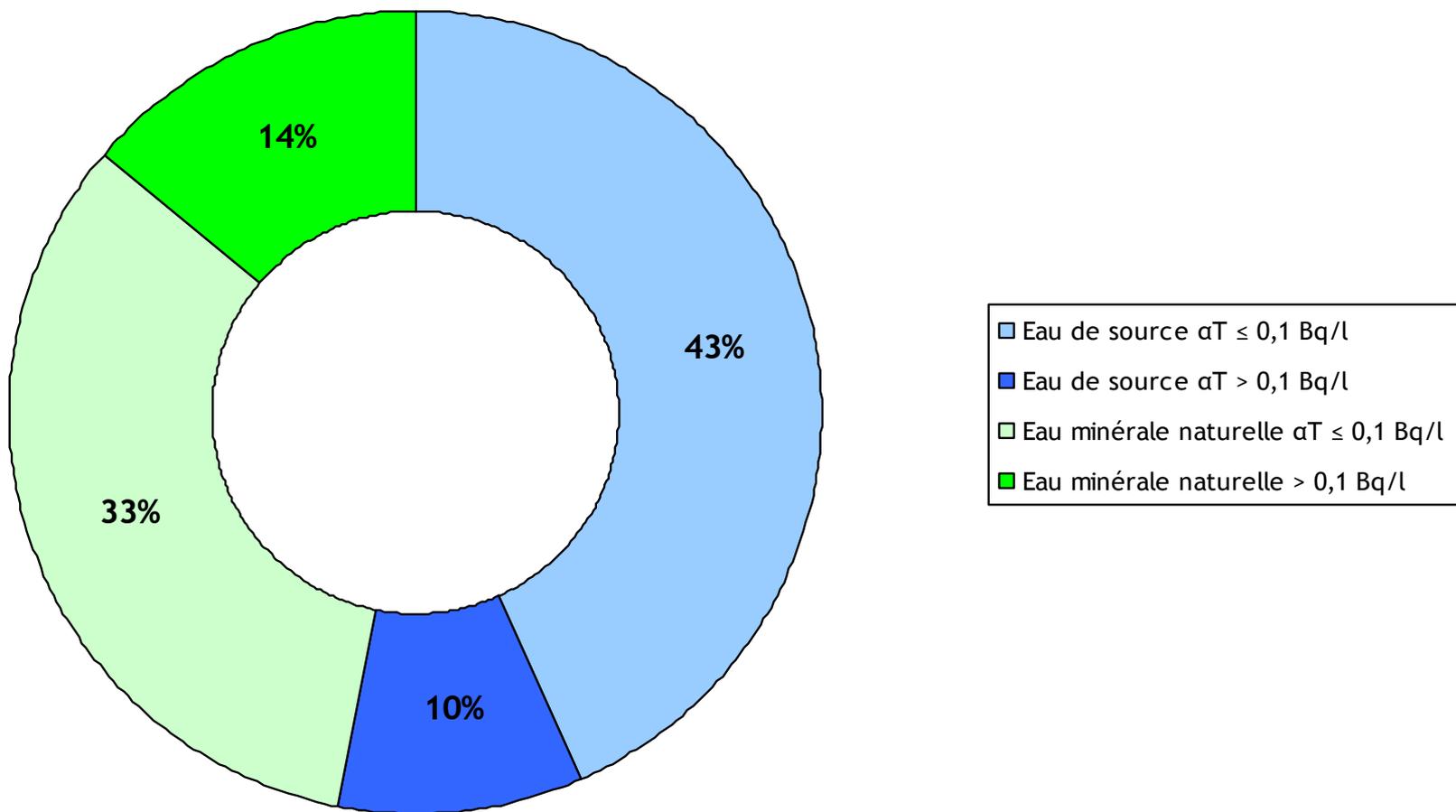
On définit la concentration dérivée de référence (CDR), comme l'activité qui serait à l'origine d'une DTI de 0,1 mSv par an dans le cas de la présence exclusive du radionucléide considéré

Résultats obtenus: analyses systématiques

- 108 eaux sont conformes aux valeurs de référence lors de la première phase
- Aucune activité bêta globale résiduelle supérieure à 1 Bq/l
- Aucune concentration en uranium supérieure à 30 $\mu\text{g/l}$ (2 EMN dépassent 15 $\mu\text{g/l}$)
- 34 eaux (14 eaux de source et 20 eaux minérales naturelles) présentent des activités alpha globales supérieures à 0,1 Bq/l
- 33 ont fait l'objet d'analyses complémentaires
- Une eau de source et 2 eaux minérales naturelles appropriées à la préparation des biberons présentent des activités alpha globales supérieures à la référence de qualité de 0,1 Bq/l

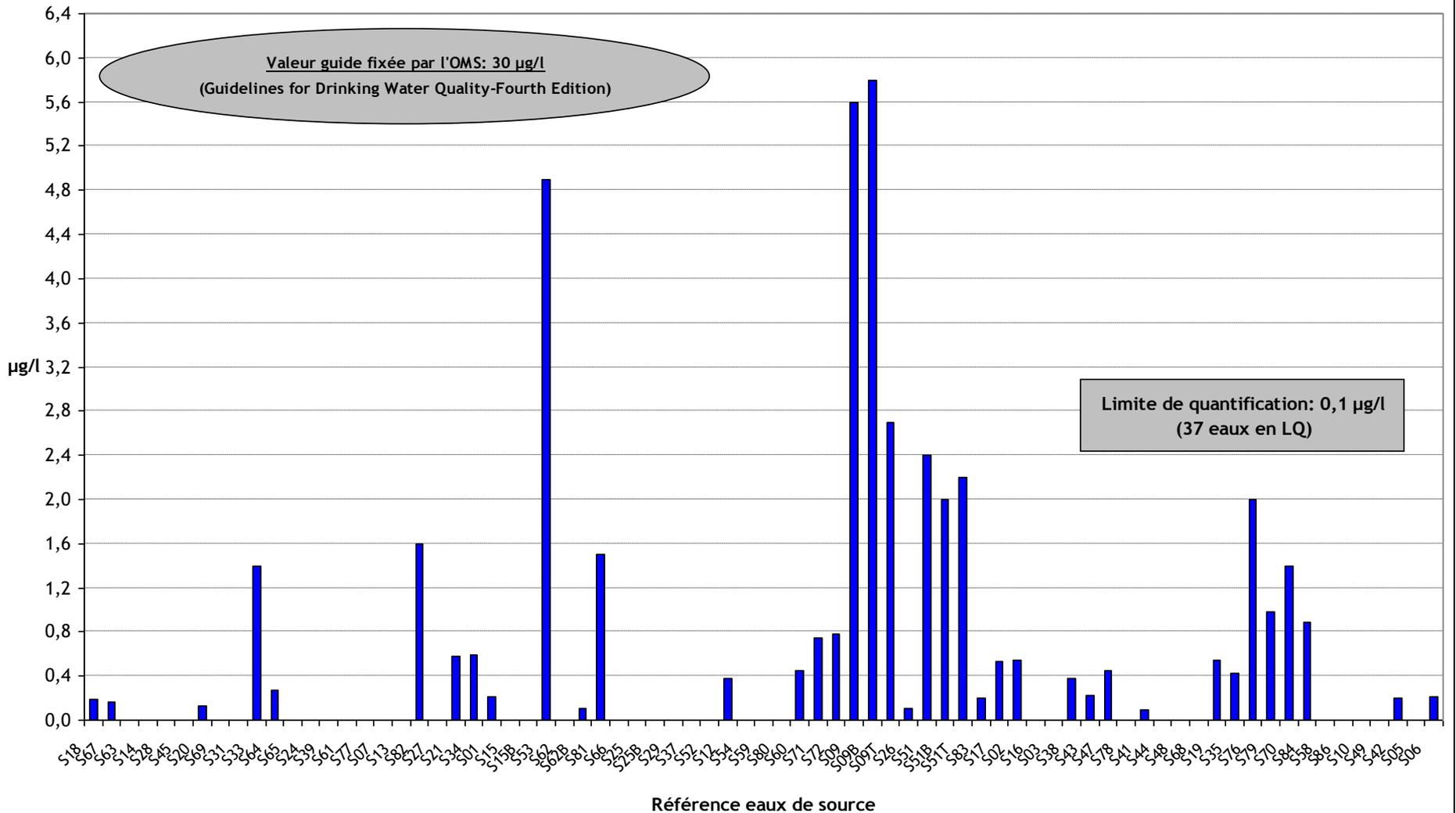


Répartition des activités alpha globales des 142 eaux conditionnées

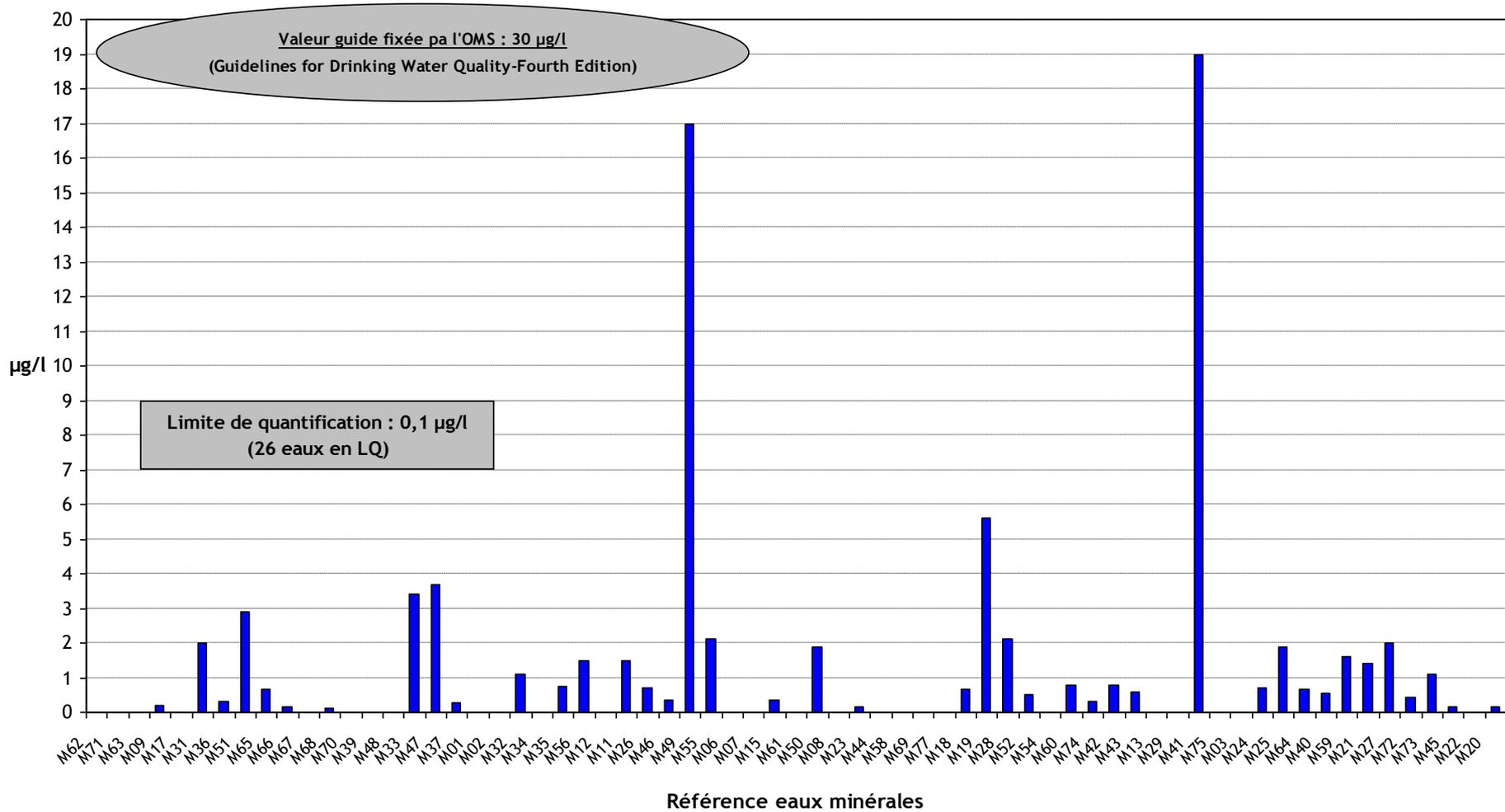


76% des eaux embouteillées ne nécessitent pas d'analyses complémentaires

Concentration en uranium pondéral
(seules les valeurs significatives sont représentées)



Concentration en uranium pondéral
(seules les valeurs significatives sont représentées)



Analyses complémentaires

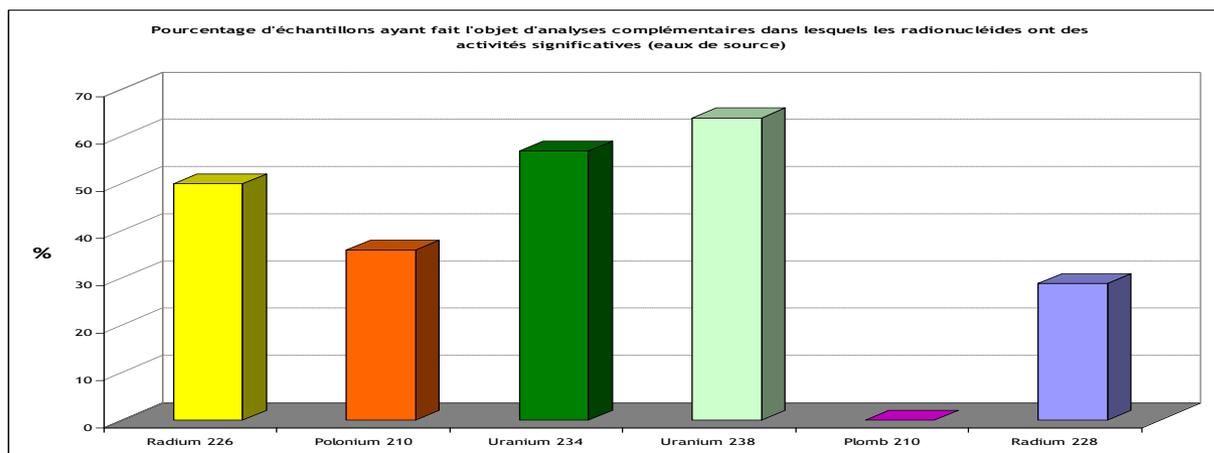
- La recherche des radionucléides naturels est nécessaire pour 14 eaux de source et 20 eaux minérales naturelles (entre temps, une de ces eaux de source n'est plus exploitée)
- Les principaux radionucléides naturels détectés sont les isotopes 234 et 238 de l'uranium et le radium 226
- Quelques valeurs de radium 228 et de polonium 210 significatives ont été mesurées
- Les isotopes 234 et 238 de l'uranium sont en déséquilibre dans la grande majorité des eaux analysées

Analyses complémentaires des eaux de source:

^{226}Ra , ^{234}U , ^{238}U , ^{210}Po , ^{210}Pb , ^{228}Ra

13 eaux ont fait l'objet d'analyses complémentaires

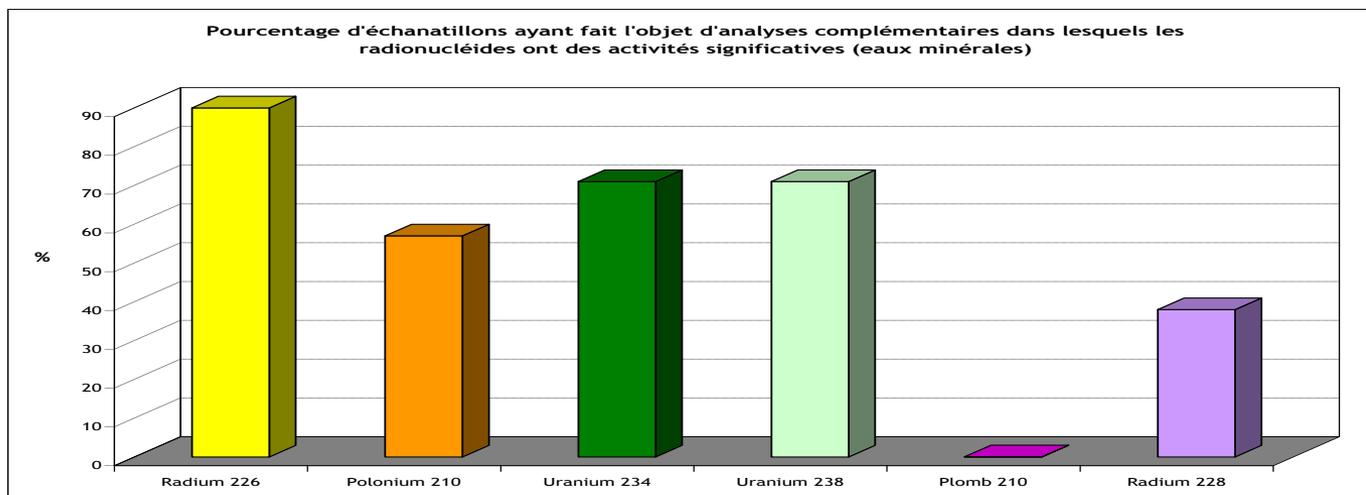
Radionucléide	% de résultats significatifs	Valeur maximale mesurée	CDR
^{226}Ra	46 %	0,30 Bq/l	0,5 Bq/l
^{234}U	69 %	0,28 Bq/l	2,8 Bq/l
^{238}U	77 %	0,072 Bq/l	3,0 Bq/l
^{210}Po	36 %	0,11 Bq/l	0,11 Bq/l
^{210}Pb	0 %	/	0,2 Bq/l
^{228}Ra	29 %	0,13 Bq/l	0,2 Bq/l



Analyses complémentaires des eaux minérales: ^{226}Ra , ^{234}U , ^{238}U , ^{210}Po , ^{210}Pb , ^{228}Ra

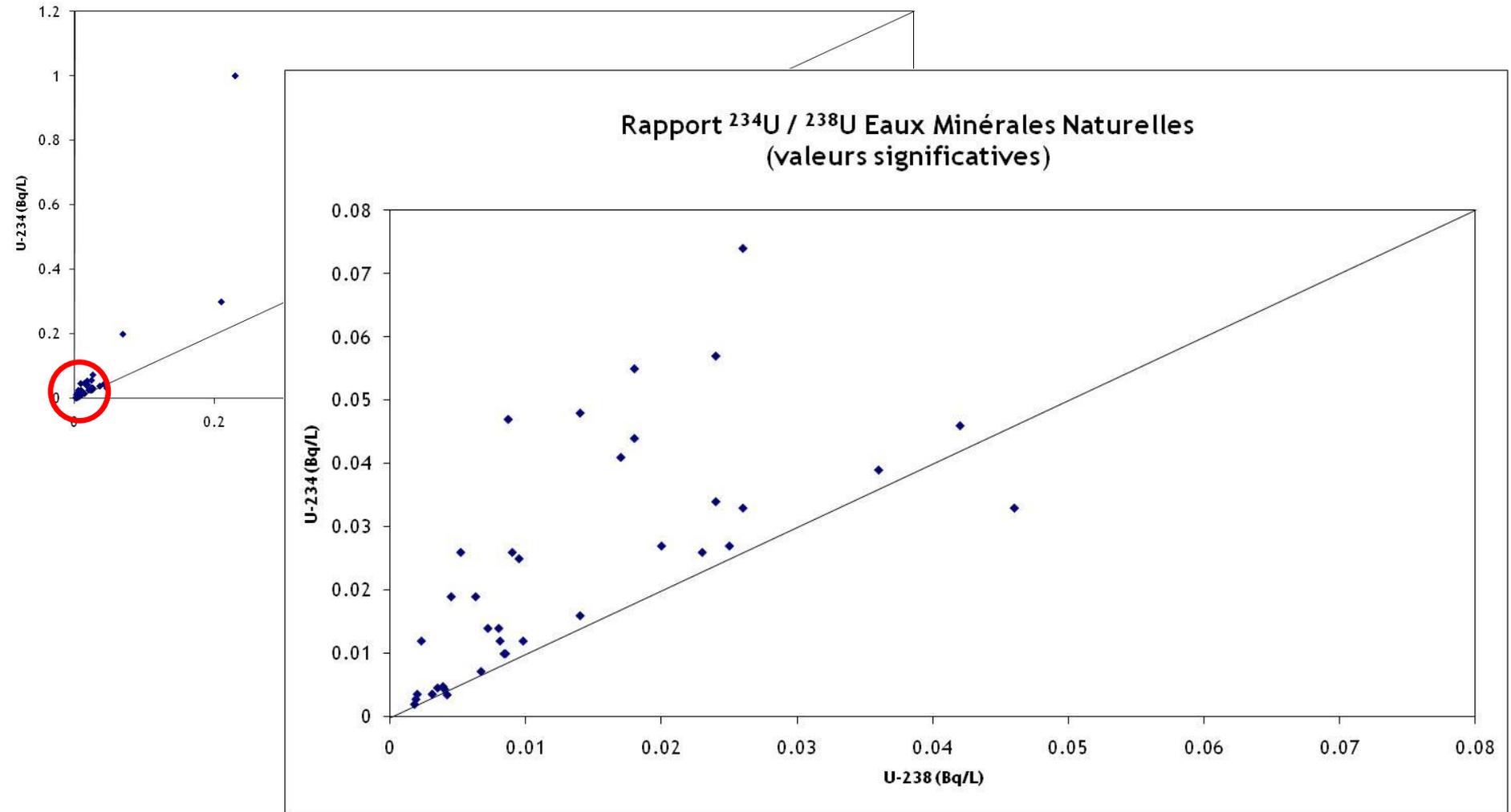
20 eaux ont fait l'objet d'analyses complémentaires

Radionucléide	% de résultats significatifs	Valeur maximale mesurée	CDR
^{226}Ra	100 %	0,45 Bq/l	0,5 Bq/l
^{234}U	70 %	1 Bq/l	2,8 Bq/l
^{238}U	70 %	0,23 Bq/l	3,0 Bq/l
^{210}Po	60 %	0,025 Bq/l	0,11 Bq/l
^{210}Pb	15 %	0,062 Bq/l	0,2 Bq/l
^{228}Ra	40 %	0,25 Bq/l	0,2 Bq/l



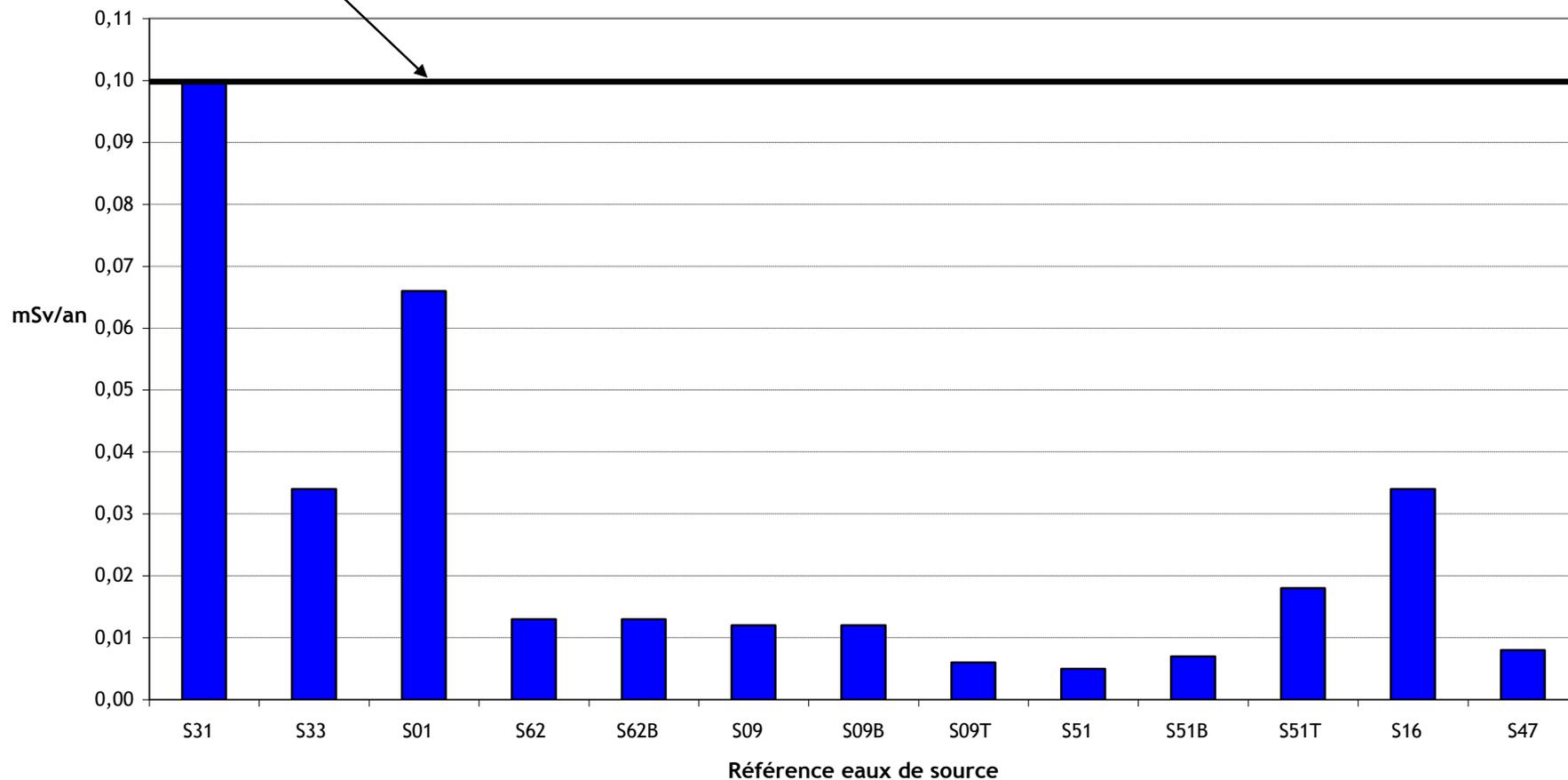
Mise en évidence du déséquilibre $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$: exemple des EMN

Rapport $^{234}\text{U} / ^{238}\text{U}$ Eaux Minérales Naturelles
(valeurs significatives)

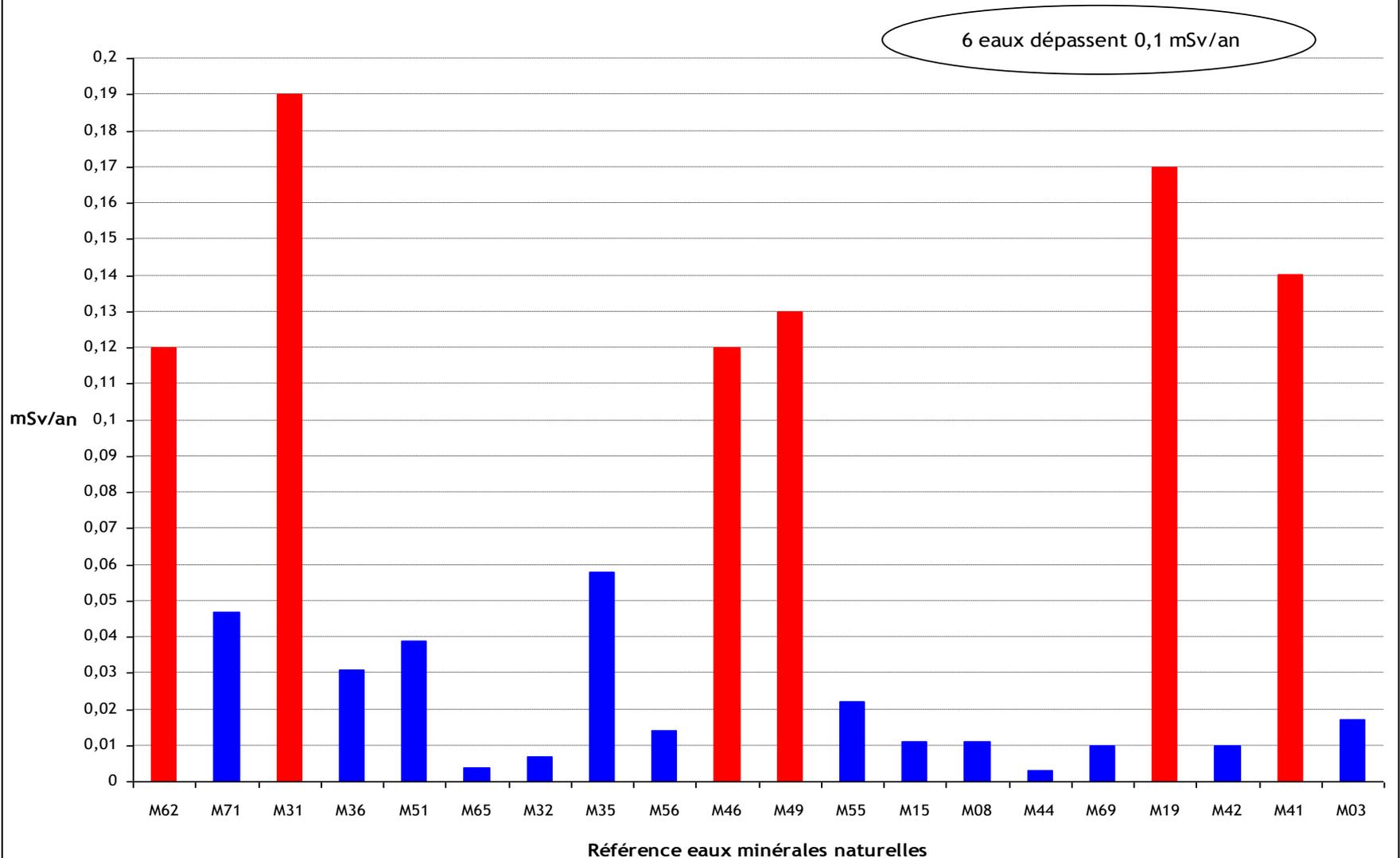


Dose Totale Indicative (DTI) Eaux de source

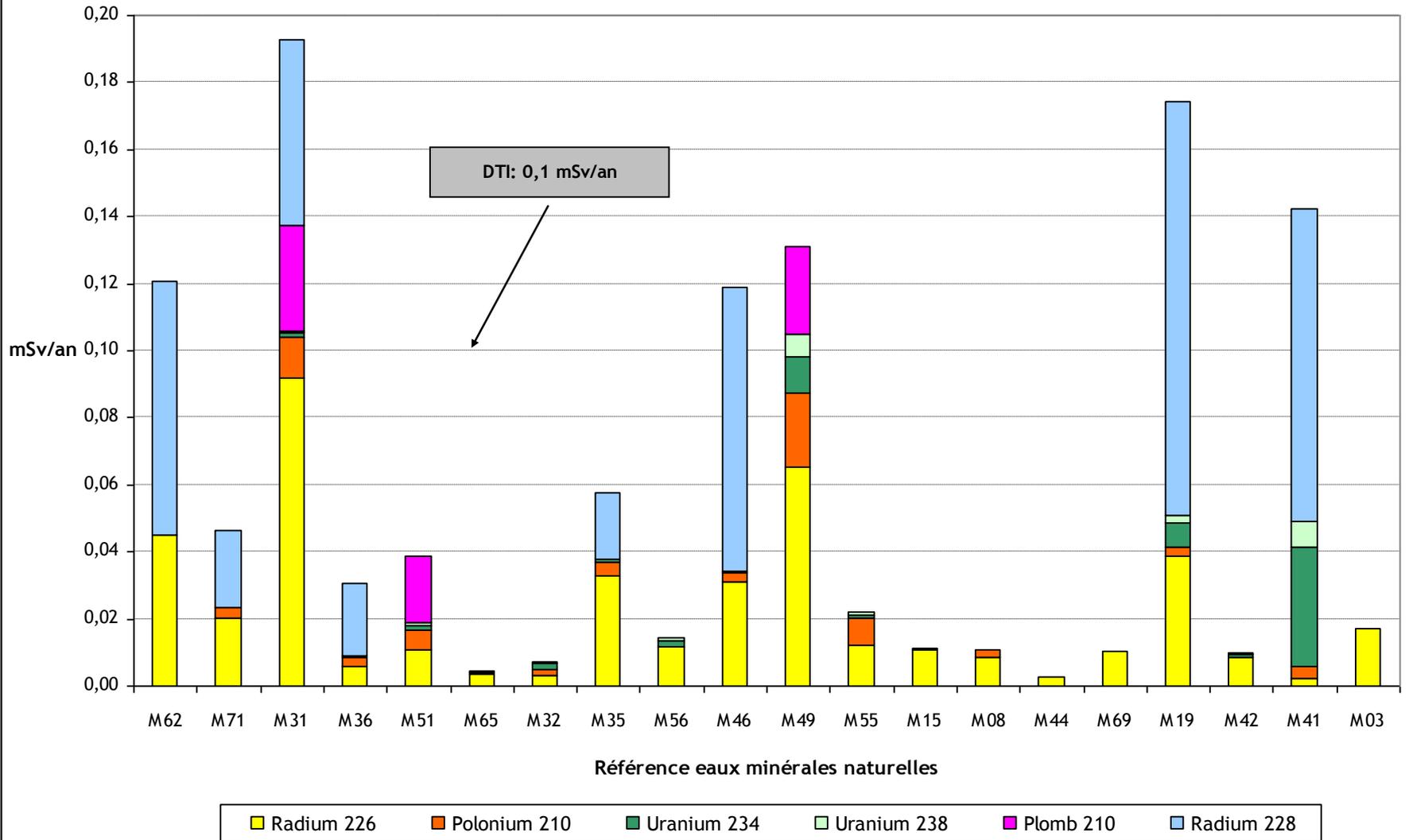
Référence de qualité: 0,1 mSv/an



Dose Totale Indicative (DTI)
Eaux minérales naturelles



Contribution à la DTI des différents radionucléides Eaux minérales naturelles



Conclusions

- 136 eaux (96 %) sont conformes à la référence de qualité par analogie au contrôle sanitaire ($DTI \leq 0,1$ mSv/an)
- Aucune valeur de concentration en uranium supérieure à 30 $\mu\text{g/l}$ n'a été mesurée dans les 142 eaux analysées
- 3 eaux recommandées pour les nourrissons avec $\alpha_T > 0,1$ Bq/l: d'autres analyses devront confirmer ce dépassement de la limite de qualité
- 6 eaux minérales naturelles présentent des DTI supérieures à 0,1 mSv/an. 5 sont gazeuses, 2 sont déconseillées pour les enfants du fait de leur concentration élevée en fluor
- Toutes les valeurs de DTI sont inférieure à 0,3 mSv/an, valeur en deçà de laquelle la réglementation sur les eaux destinées à la consommation humaine ne recommande pas nécessairement d'action correctrice, sauf si des solutions simples, techniquement et économiquement raisonnables existent [4]
- Parution d'une synthèse publique nominative prévue en septembre 2013

[4] Circulaire N° DGS/EA4/2007/232 du 13 juin 2007

Merci pour votre attention!

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA SANTÉ
ET DES SPORTS



AUTORITÉ
DE SÛRETÉ
NUCLÉAIRE



Remerciements pour leur contribution à:

Toute l'équipe du PRP-ENV/STEME (IRSN)

M. Baudry (IRSN/PRP-ENV)

N. Franques (DGS)

J.L. Godet, M.L. Perrin, C. Pineau (ASN/DIS)