

LA QUALITÉ RADIOLOGIQUE DES EAUX CONDITIONNÉES PRODUITES EN FRANCE



SEPTEMBRE 2013



Le présent travail a été réalisé à partir des analyses des radionucléides et de l'uranium, réalisées en 2012 par l'IRSN dans le cadre d'une étude des eaux conditionnées produites en France.

Rédaction du rapport et exploitation des données :

Nathalie Franques (Ministère des affaires sociales et de la santé - Direction générale de la santé - DGS, Bureau « Qualité des eaux »),

Marie-Line Perrin, Jean-Luc Godet, Cyril Pineau (Autorité de sûreté nucléaire - ASN, Direction des rayonnements ionisants et de la santé),

Jeanne Loyen, Annette Brassac, Marc Gleizes, Michel Baudry (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire - IRSN, Pôle Radioprotection, environnement, déchets et crise).

SYNTHESE

En France, plus de 100 établissements de conditionnement d'eau se répartissent dans 23 régions et 56 départements. Les eaux conditionnées regroupent les eaux en bouteilles et les eaux en bonbonnes. Trois catégories d'eau peuvent être conditionnées : les eaux minérales naturelles, les eaux de source et les eaux rendues potables par traitement. Ces eaux se distinguent notamment par leurs définitions, leurs origines, les exigences de qualité (limites et références de qualité) auxquelles elles doivent répondre et les traitements dont elles peuvent faire l'objet.

La Direction générale de la santé (DGS) et l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) ont confié à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), la réalisation d'une enquête nationale afin de disposer d'un état des lieux récent et exhaustif de la qualité radiologique des eaux conditionnées produites en France. L'IRSN, accrédité par le COFRAC et agréé par le Ministère chargé de la santé pour les analyses du contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine, est en effet reconnu en France comme le laboratoire de référence en matière d'analyses radiologiques.

Ces travaux complètent deux précédents bilans sur la qualité radiologique des eaux du robinet 2005-2007 et 2008-2009 et s'inscrivent notamment dans un contexte européen et national de révision de la réglementation en matière de qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine.

Les modalités de réalisation de cette étude ont été définies conjointement par la DGS et l'ASN avec l'appui de l'IRSN. L'étude s'est déroulée sur 12 mois, en 2012. Les eaux conditionnées analysées ont été soit achetées directement dans la grande distribution par l'IRSN, soit fournies par les Agences régionales de santé (ARS) qui assurent le contrôle sanitaire de ces eaux. Ces analyses ont porté au total sur 142 eaux conditionnées (75 eaux de sources et 67 eaux minérales naturelles).

L'IRSN a ainsi été chargé de :

- la mesure systématique des indicateurs de radioactivité, en suivant par analogie la démarche analytique préconisée par la circulaire DGS du 13 juin 2007 relative au contrôle et à la gestion du risque sanitaire liés à la présence de radionucléides dans les eaux destinées à la consommation humaine, à l'exception des eaux conditionnées et des eaux minérales naturelles ;
- la mesure systématique de la teneur en uranium ;
- la mesure ponctuelle de la teneur en radon-222 dans quelques échantillons conditionnés dans des bouteilles en verre.

Les limites de détection des méthodes atteintes dans le cadre de cette étude sont celles définies par l'arrêté du 17 septembre 2003.

Cette étude dresse donc un bilan « instantané » des caractéristiques radiologiques des eaux conditionnées produites en France, à la date de l'analyse des échantillons. Elle est faite à des fins d'information et ne revêt aucun caractère réglementaire.

Il ressort ainsi de cette enquête que :

- toutes les eaux conditionnées analysées présentent une activité volumique en tritium faible, très inférieure à la référence de qualité de 100 Bq/l prévue par la réglementation française pour les eaux destinées à la consommation humaine ;
- toutes les eaux conditionnées analysées présentent une activité bêta globale résiduelle inférieure à la valeur guide de 1 Bq/l prévue par la réglementation française pour les eaux destinées à la consommation humaine ;
- 108 des 142 eaux conditionnées analysées (représentant 80 % des eaux de source et 70 % des eaux minérales naturelles) ont une activité alpha globale inférieure ou égale à la valeur guide de 0,1 Bq/l prévue par la réglementation française pour les eaux destinées à la consommation humaine ;
- toutes les eaux conditionnées analysées présentent des concentrations en uranium pondéral inférieures à la valeur guide provisoire de l'OMS fixée à 30 µg/l dans les eaux de boisson. Pour rappel, à ce jour, ni la réglementation européenne ni la réglementation française ne prévoient d'exigences de qualité pour le paramètre uranium ;
- le radon 222 n'a été détecté qu'une seule fois parmi les 6 eaux analysées, avec une valeur très inférieure à la valeur paramétrique (100 Bq/l) fixée par la directive européenne relative aux eaux destinées à la consommation humaine, en cours de publication.

S'agissant des trente-trois¹ (33) eaux conditionnées dont l'indicateur d'activité alpha globale dépasse la valeur guide de 0,1 Bq/l prévue par la réglementation nationale pour les eaux destinées à la consommation humaine, des mesures complémentaires et plus précises des radionucléides naturels à l'origine des activités mesurées ont été réalisées afin d'estimer la dose efficace annuelle de radioactivité (DTI) reçue par un adulte sur la base d'une consommation de deux litres par jour de ces eaux. Ainsi, les quantités de radium (isotopes 226 et 228), d'uranium (isotopes 234 et 238), de polonium (isotope 210) et de plomb (isotope 210) ont été déterminées. Les isotopes les plus fréquemment retrouvés ont été l'uranium 234, 238, le radium 226 et, dans une moindre mesure, le radium 228.

La DTI calculée à partir de ces analyses est inférieure ou égale à la référence de qualité définie par la réglementation nationale pour les eaux destinées à la consommation humaine (0,1 mSv/an) pour vingt-sept (27) d'entre-elles. Pour les six (6) autres échantillons, qui sont des eaux minérales naturelles, la DTI calculée est supérieure à 0,1 mSv/an mais toujours inférieure à 0,3 mSv/an. A noter que dans le cas des eaux destinées à la consommation humaine hors eaux conditionnées, en deçà de cette valeur, la réglementation ne recommande pas nécessairement d'action correctrice, sauf si des solutions simples, techniquement et économiquement raisonnables existent et aucune restriction d'usage n'est conseillée pour les populations sensibles (cf. circulaire DGS du 13 juin 2007).

Par ailleurs, bien que la DTI soit inférieure à 0,1 mSv/an, trois eaux analysées dans le cadre de cette étude ne respecteraient pas l'exigence de qualité définie pour l'indicateur de l'activité alpha globale par la réglementation nationale (cf. arrêté du 14 mars 2007 modifié) permettant de faire mention sur l'étiquetage du caractère approprié de l'eau pour l'alimentation du nourrisson.

¹ Sur une eau, les analyses complémentaires n'ont pas pu être réalisées suite à l'arrêt de la production en avril 2012.

Il est à noter que l'étude comporte quelques limites d'ordre technique, attachées à son objectif et à son cahier des charges. Il s'agit notamment :

- de la non prise en compte des incertitudes analytiques dans le calcul de la DTI, conformément aux dispositions de la circulaire de la DGS du 13 juin 2007. Or, en fonction du radionucléide recherché, de sa concentration et des techniques analytiques mises en œuvre, ces incertitudes peuvent être élevées ;
- de l'absence d'étude sur la stabilité de la composition des eaux ;
- de la limitation de la mesure à un seul échantillon par référence.

Ces résultats, et notamment ceux en lien avec l'étiquetage nourrissons, obtenus à partir d'un seul prélèvement pour chaque échantillon d'eau, mériteront d'être confirmés, par des mesures complémentaires, sur une période de temps plus étendue, afin d'étudier l'influence de la fluctuation de la composition en minéraux de certaines ressources. A cet égard, le projet d'arrêté à paraître concernant notamment le contrôle sanitaire des eaux conditionnées homogénéisera au niveau national le suivi de la qualité radiologique de ces eaux.

La photographie ainsi réalisée, à partir d'échantillons prélevés en 2012, montre que la qualité radiologique des eaux conditionnées produites en France est globalement satisfaisante. L'exposition aux rayonnements ionisants apportée par la consommation de ces eaux, du fait de la radioactivité naturelle, est très faible. Le risque pour le consommateur, s'il existe, peut également être considéré comme très faible, si l'on considère les références internationales (OMS).

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| LISTE DES FIGURES | 8 |
| LISTE DES TABLEAUX..... | 9 |
| LISTE DES ABREVIATIONS..... | 10 |
| GLOSSAIRE | 11 |
| OBJECTIF DE L'ETUDE | 13 |
| 1 INTRODUCTION..... | 14 |
| 1.1 RADIOACTIVITE ET EXPOSITION | 14 |
| 1.1.1 Notion de radioactivité..... | 14 |
| 1.1.2 Exposition de la population..... | 14 |
| 1.1.3 Origine de la radioactivité naturelle dans les eaux | 15 |
| 1.2 URANIUM | 16 |
| 1.3 RADON | 16 |
| 1.4 REGLEMENTATION | 17 |
| 1.4.1 Contrôle et surveillance des eaux conditionnées..... | 17 |
| 1.4.2 Critères de qualité radiologique | 18 |
| 1.4.3 Stratégie d'analyse..... | 19 |
| 1.4.4 Modalités de gestion des dépassements des critères de qualité | 20 |
| 2 METHODOLOGIE..... | 22 |
| 2.1 COLLECTE DES ECHANTILLONS | 22 |
| 2.2 DEMARCHE ANALYTIQUE..... | 29 |
| 2.3 TECHNIQUES ANALYTIQUES | 30 |
| 3 PORTÉE & LIMITES DE L'ÉTUDE | 31 |
| 4 RESULTATS OBTENUS POUR LES ANALYSES SYSTEMATIQUES | 33 |
| 4.1 RESULTATS DES ANALYSES SYSTEMATIQUES POUR LES EAUX DE SOURCE | 33 |
| 4.1.1 Tritium | 33 |
| 4.1.2 activité bêta globale..... | 33 |
| 4.1.3 Activité alpha globale | 34 |
| 4.1.4 Mesure de la concentration en uranium..... | 35 |
| 4.2 RESULTATS DES ANALYSES SYSTEMATIQUES POUR LES EAUX MINERALES NATURELLES | 36 |
| 4.2.1 Tritium | 36 |
| 4.2.2 activité bêta globale..... | 36 |
| 4.2.3 Activité alpha globale | 37 |
| 4.2.4 Mesure de la concentration en uranium..... | 39 |
| 5 MESURES DE RADON 222 | 40 |
| 6 RESULTATS DES ANALYSES COMPLEMENTAIRES | 41 |
| 6.1 ORIGINE GEOGRAPHIQUE DES EAUX FRANÇAISES AYANT NECESSITE DES ANALYSES COMPLEMENTAIRES..... | 41 |
| 6.2 RESULTATS DES ANALYSES COMPLEMENTAIRES POUR LES EAUX DE SOURCE | 42 |
| 6.2.1 Synthèse des radionucléides mesurés dans les eaux de source | 42 |
| 6.2.2 Isotopes de l'uranium..... | 43 |
| 6.2.3 Radium 226 | 43 |

| | |
|---|-----------|
| 6.2.4 Autres radionucléides recherchés | 44 |
| 6.3 RESULTATS DES ANALYSES COMPLEMENTAIRES POUR LES EAUX MINERALES NATURELLES | 45 |
| 6.3.1 Synthèse des radionucléides mesurés dans les eaux minérales naturelles..... | 45 |
| 6.3.2 Radium 226 | 46 |
| 6.3.3 Isotopes de l'uranium..... | 46 |
| 6.3.4 Autres radionucléides recherchés | 47 |
| 7 CALCUL DE DOSES ET INTERPRETATION DES RESULTATS POUR LES EAUX AYANT FAIT L'OBJET D'ANALYSES COMPLEMENTAIRES | 49 |
| 7.1.1 Estimation des DTI des eaux de source | 49 |
| 7.1.2 Estimation des DTI des eaux minérales naturelles | 50 |
| 7.1.3 Interprétation | 54 |
| CONCLUSION | 54 |
| ANNEXE I : LIMITES DE DETECTION, DOSE EFFICACE ENGAGEE PAR UNITE D'INCORPORATION ET CONCENTRATIONS DERIVEES DE REFERENCE | 57 |
| ANNEXE II : RESULTATS OBTENUS | 58 |
| ANNEXE III : RÉFÉRENCES | 98 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Fig. 1 : Stratégie d'analyse des eaux destinées à la consommation humaine | 20 |
| Fig. 2 : Carte de l'origine des eaux de source analysées | 23 |
| Fig. 3 : Carte de l'origine des eaux minérales naturelles analysées | 23 |
| Fig. 4 : Comparaison entre les valeurs des activités bêta globales et bêta globales résiduelles pour les eaux de source | 33 |
| Fig. 5 : Activités alpha globales pour les eaux de source | 34 |
| Fig. 6 : Répartition des activités alpha globales pour les eaux de source | 34 |
| Fig. 7 : Représentation graphique de la concentration en uranium des eaux de source | 35 |
| Fig. 8 : Comparaison entre les valeurs de l'activité bêta globale et bêta globale résiduelle pour les eaux minérales naturelles | 36 |
| Fig. 9 : Activités alpha globales pour les eaux minérales naturelles | 37 |
| Fig. 10 : Répartition des activités alpha globales pour les eaux minérales naturelles | 38 |
| Fig. 11 : Représentation graphique de la concentration en uranium des eaux minérales naturelles | 39 |
| Fig. 12 : Carte de l'origine des eaux de source et des eaux minérales naturelles françaises ayant fait l'objet d'analyses complémentaires | 41 |
| Fig. 13 : Proportion des radionucléides dans les 13 eaux de source ayant fait l'objet d'analyses complémentaires | 42 |
| Fig. 14 : Activités en uranium 234 et en uranium 238 des eaux de source ayant fait l'objet d'analyses complémentaires | 43 |
| Fig. 15 : Proportion des radionucléides dans les 20 eaux minérales naturelles ayant fait l'objet d'analyses complémentaires | 45 |
| Fig. 16 : Activités en radium 226 des eaux minérales naturelles ayant fait l'objet d'analyses complémentaires | 46 |
| Fig. 17 : Activités en uranium 234 et en uranium 238 des eaux minérales naturelles ayant fait l'objet d'analyses complémentaires | 47 |
| Fig. 18 : DTI obtenues pour les 13 eaux de source ayant fait l'objet d'analyses complémentaires | 49 |
| Fig. 19 : Représentation graphique de la DTI de l'eau de source S31 | 49 |
| Fig. 20 : Contribution à la DTI des divers radionucléides pour les 13 eaux de source ayant fait l'objet d'analyses complémentaires | 50 |
| Fig. 21 : DTI obtenues pour les 20 eaux minérales naturelles ayant fait l'objet d'analyses complémentaires | 51 |
| Fig. 22 : Représentation de la DTI pour l'eau minérale naturelle M31 | 51 |
| Fig. 23: Contribution à la DTI des divers radionucléides pour les 20 eaux minérales naturelles ayant fait l'objet d'analyses complémentaires | 52 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tab. 1 : Valeurs moyennes de l'exposition du public à la radioactivité | 15 |
| Tab.2 : Paramètres indicateurs de radioactivité pour les eaux de source et les eaux rendues potables par traitement conditionnées (arrêté du 14 mars 2007 modifié) | 18 |
| Tab. 3 : Limites de qualité pour les eaux de source et les eaux minérales naturelles conditionnées faisant mention du caractère approprié de l'eau pour l'alimentation du nourrisson (arrêté du 14 mars 2007 modifié) | 19 |
| Tab.4 : Types d'eaux reçues et analysées | 22 |
| Tab. 5 : Origine et identification des eaux de source embouteillées analysées | 24 |
| Tab. 6 : Origine et identification des eaux minérales naturelles embouteillées analysées | 27 |
| Tab. 7 : Exemple d'amplitude de variation de l'activité alpha globale | 32 |
| Tab. 8 : Activités significatives mesurées en tritium dans les eaux minérales naturelles | 36 |
| Tab. 9 : Résultats des mesures de radon 222 | 40 |
| Tab.10 : Eaux de source ayant fait l'objet d'analyses complémentaires | 42 |
| Tab.11 : Activités en radium 226 des eaux de source ayant fait l'objet d'analyses complémentaires | 44 |
| Tab. 12 : Résultats des mesures de radium 228 des eaux de sources ayant fait l'objet d'analyses complémentaires | 44 |
| Tab. 13: Eaux minérales naturelles ayant fait l'objet d'analyses complémentaires | 45 |
| Tab. 14 : Résultats des mesures de radium 228 des eaux minérales naturelles ayant fait l'objet d'analyses complémentaires | 48 |
| Tab. 15 : Evaluation des consommations d'eau induisant une dose par ingestion de 0,1 mSv/an | 54 |

LISTE DES ABREVIATIONS

AIEA : Agence Internationale de l'Energie Atomique

ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire

ARS : Agence Régionale de Santé

ASN : Autorité de Sûreté Nucléaire

BfS : Bundesamt für Strahlenschutz (Service Fédéral de Protection contre les Rayonnements Ionisants, Berlin, Allemagne)

CDR : Concentrations Dérivées de Référence

CE : Communauté Européenne

CSP : Code de la Santé Publique

DGCCRF : Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes

DGS : Direction Générale de la Santé

DPCSPP : Directions Départementales de la Cohésion Sociale et de La Protection des Populations

DPPP : Directions Départementales de la Protection des Populations

DROM-COM : Département Région d'Outre-mer, Communauté d'Outre-Mer

DTI : Dose Totale Indicative

EDCH : Eau Destinée à la Consommation Humaine

EMN : Eau minérale naturelle

ERPT : Eau rendue potable par traitement

ES : Eau de Source

IRMM : Institut de Métrologie et de Matériaux de Référence de Mol (Mol, Belgique)

IRSN : Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

ISO : International Standard Organisation

NPL : National Physics Laboratory (Laboratoire National de Physique, Londres, Royaume Uni)

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

GLOSSAIRE

Dans le contexte de cette étude, on entend par :

- « **eaux destinées à la consommation humaine** », article R.1321-1 du CSP :

1° Toutes les eaux qui, soit en l'état, soit après traitement, sont destinées à la boisson, à la cuisson, à la préparation d'aliments ou à d'autres usages domestiques, qu'elles soient fournies par un réseau de distribution, à partir d'une citerne, d'un camion-citerne ou d'un bateau-citerne, en bouteilles ou en conteneurs, y compris les eaux de source ;

2° Toutes les eaux utilisées dans les entreprises alimentaires pour la fabrication, la transformation, la conservation ou la commercialisation de produits ou de substances, destinés à la consommation humaine, qui peuvent affecter la salubrité de la denrée alimentaire finale, y compris la glace alimentaire d'origine hydrique.

L'eau minérale naturelle ne relève pas de cette définition.

- « **eau minérale naturelle** », une eau d'origine souterraine, microbiologiquement saine, qui doit être tenue à l'abri de tout risque de pollution. Elle répond à des exigences de qualité microbiologique et physicochimique strictes. Elle se distingue des autres eaux par la présence de minéraux, oligoéléments ou autres constituants, et témoigne d'une stabilité des caractéristiques essentielles. L'eau minérale naturelle ne peut faire l'objet que de quelques traitements autorisés par la réglementation (séparation des constituants naturellement présents, la désinfection de l'eau est interdite). Certaines eaux minérales naturelles peuvent faire état d'effets favorables à la santé reconnus par l'Académie Nationale de Médecine.

- « **eau de source** », une eau d'origine souterraine, microbiologiquement saine et qui doit être protégée contre les risques de pollution. L'eau de source, à l'émergence et conditionnée, répond aux mêmes exigences de qualité microbiologique que l'eau minérale naturelle, et l'eau de source conditionnée répond aux mêmes exigences de qualité physicochimique et radiologique que l'eau du robinet. Au même titre que l'eau minérale naturelle, l'eau de source ne peut faire l'objet que de quelques traitements autorisés par la réglementation (séparation des constituants naturellement présents, la désinfection de l'eau étant interdite).

- « **eau rendue potable par traitements** », une eau d'origine souterraine ou superficielle. L'eau rendue potable par traitements, à l'émergence et conditionnée, répond à des exigences de qualité microbiologique strictes. L'eau rendue potable par traitements conditionnée répond aux mêmes exigences de qualité physicochimique et radiologique que l'eau du robinet. Contrairement aux deux autres types d'eau conditionnée, l'eau rendue potable par traitements peut faire l'objet de tous les traitements autorisés par le ministère chargé de la santé pour la production d'eau potable.

- « **limite de détection des mesurages de rayonnements ionisants** », une valeur statistique qui spécifie la valeur minimale du mesurage qui peut être détectée avec une probabilité d'erreur donnée lors de l'utilisation de la procédure de mesurage (norme ISO 11.929).

- « **limite de qualité** », une limite attachée à un paramètre mesuré pour évaluer la qualité sanitaire de l'eau. Elle est affectée à un paramètre dont la présence dans l'eau induit des risques immédiats ou à plus ou moins long terme pour la santé du consommateur. Une limite de qualité garantit, au vu des connaissances scientifiques et médicales disponibles, un très haut niveau de protection sanitaire aux consommateurs. Le respect de la limite de qualité est obligatoire.

- « **référence de qualité** », la valeur de référence attachée à un paramètre mesuré pour évaluer la qualité sanitaire de l'eau. Le dépassement d'une référence de qualité n'a pas d'incidence directe sur la santé aux teneurs normalement présentes dans l'eau mais peut mettre en évidence un dysfonctionnement des installations de traitement ou être à l'origine d'inconfort ou de désagrément pour le consommateur. Une référence de qualité est indicative.

- « **paramètres indicateurs de radioactivité** », des paramètres dont la détermination permet l'évaluation de la qualité radiologique d'une eau de boisson. Il s'agit de l'activité alpha globale, de l'activité bêta globale ou de l'activité bêta globale résiduelle, de la concentration volumique de tritium et de la dose totale indicative.
- « **l'indice de radioactivité alpha globale** », l'activité totale des particules alpha émises par les radionucléides contenus dans un volume d'eau donné.
- « **l'indice de radioactivité bêta globale** », l'activité totale des particules bêta émises par les radionucléides contenus dans un volume d'eau donné.
- « **l'indice de radioactivité bêta globale résiduelle** » l'indice de radioactivité bêta globale auquel est retranchée la contribution de l'activité bêta du potassium-40.
- « **la dose totale indicative (DTI)** », la dose efficace résultant de l'incorporation des radionucléides présents dans l'eau durant une année de consommation (chez un adulte de plus de 17 ans et à raison de 2 litres par jour). Elle est obtenue par le calcul, à partir des méthodes et des coefficients de dose définis par l'arrêté du 1^{er} septembre 2003.
- « **la concentration dérivée de référence** », l'activité qui serait à l'origine d'une dose de 0,1 mSv par an pour un adulte consommant dans une année 730 litres dans le cas de la présence exclusive du radionucléide considéré.
- « **activité** » : l'activité A d'une quantité d'un radionucléide à un état énergétique déterminé et à un moment donné est le quotient de dN par dt, où dN est le nombre probable de transitions nucléaires spontanées avec émission d'un rayonnement ionisant à partir de cet état énergétique dans l'intervalle de temps dt : $A = dN/dt$.
- « **Becquerel** » (unité d'activité) : un becquerel (Bq) représente une transition nucléaire spontanée par seconde, avec émission d'un rayonnement ionisant.
- « **isotope** » : chacun des différents types d'atomes d'un même élément, différant par leur nombre de neutrons mais ayant le même nombre de protons et d'électrons, et possédant donc les mêmes propriétés chimiques.
Exemple : l'uranium 235 et l'uranium 238 qui ont respectivement 143 et 146 neutrons.
- « **mole** » : la mole est la quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kilogramme de carbone 12 ; son symbole est mol. Une mole d'atomes contient environ $6,022 \times 10^{23}$ atomes. Ce nombre est appelé constante d'Avogadro.
- « **radioactivité** » : phénomène de transformation spontanée d'un nucléide avec émission de rayonnements ionisants.
- « **radionucléide** » : un radionucléide est un isotope dont le noyau instable se désintègre à un certain moment de son existence. Il retrouve son équilibre en émettant un rayonnement pour libérer son surplus d'énergie. Ce phénomène est à l'origine de la radioactivité.
- « **rayonnements ionisants** » : ondes électromagnétiques (gamma) ou particules (alpha, bêta, neutrons) émis lors de la désintégration de radionucléides. Les rayonnements sont dits "ionisants" car ils produisent des ions en traversant la matière.
- « **Sievert** » (Sv) : unité commune utilisée à la fois pour la dose équivalente, la dose équivalente engagée, la dose efficace et la dose efficace engagée.

OBJECTIF DE L'ETUDE

Les eaux conditionnées regroupent les eaux en bouteilles et les eaux en bonbonnes. La réglementation nationale distingue trois catégories d'eaux pouvant être conditionnées : les eaux minérales naturelles, les eaux de source et les eaux rendues potables par traitement. Ces eaux se distinguent notamment par leurs définitions, leurs origines, les exigences de qualité (limites et références de qualité) auxquelles elles doivent répondre et les traitements dont elles peuvent faire l'objet. En France, la Direction générale de la santé (DGS) a recensé plus de 100 établissements de conditionnement d'eau répartis dans 23 régions et 56 départements.

L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) étant reconnu en France comme le laboratoire de référence en matière d'analyses radiologiques, la DGS et l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) lui ont confié la réalisation d'une enquête nationale afin de disposer d'un état des lieux récent et exhaustif de la qualité radiologique des eaux conditionnées produites en France. L'étude a porté sur 75 eaux de sources et 67 eaux minérales naturelles produites en France en 2012.

Ces travaux complètent deux précédents bilans sur la qualité radiologique des eaux du robinet (2005-2007) [2] et (2008-2009) [3] et s'inscrivent notamment dans un contexte européen et national de révision de la réglementation en matière de qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine.

L'IRSN a ainsi été chargée de :

- la mesure systématique des indicateurs de radioactivité ;
- la mesure systématique de la teneur en uranium ;
- la mesure ponctuelle de la teneur en radon-222 dans quelques échantillons.

Le présent rapport présente les principaux résultats de cette enquête nationale et propose, pour chaque échantillon d'eau conditionnée analysé, une photographie de la qualité radiologique de cette eau à un instant t en 2012.

1 INTRODUCTION

1.1 RADIOACTIVITE ET EXPOSITION

1.1.1 NOTION DE RADIOACTIVITE

Les atomes composant la matière qui nous environne sont, pour certains, instables : ceux-ci se dégradent spontanément en un autre atome en émettant des rayonnements ionisants : il s'agit de la radioactivité.

Les rayonnements ionisants émis sont habituellement définis en fonction de leur pouvoir de pénétration dans la matière, qui les absorbe plus ou moins selon leur énergie (rayonnements alpha, bêta et gamma ou X).

L'effet des rayonnements ionisants sur l'homme dépend d'une part de l'intensité avec laquelle ils sont émis et d'autre part de leur pouvoir de pénétration dans la matière.

Les populations sont, suivant leur degré de proximité avec des sources de radioactivité (naturelle ou artificielle), susceptibles d'être exposées selon les voies suivantes :

- irradiation externe ;
- contamination interne, par ingestion ou inhalation.

Les différentes unités de mesure liées à la radioactivité et à l'exposition aux rayonnements ionisants sont :

- Le becquerel (Bq) mesure l'intensité d'une source radioactive, c'est-à-dire son activité.
- Le gray (Gy) mesure la quantité de rayonnement (ou d'énergie) absorbée par l'individu (ou l'objet) exposé.
- Le sievert (Sv) mesure l'effet biologique produit sur l'individu par le rayonnement ionisant absorbé.

1.1.2 EXPOSITION DE LA POPULATION

La radioactivité naturelle est la principale source de l'exposition de la population aux rayonnements ionisants (à l'exception des expositions médicales).

Les sources de radioactivité naturelle sont diverses :

- les rayons cosmiques qui ont deux composantes : la première est due aux ions très énergétiques en provenance des galaxies et la deuxième, qui vient du soleil (« vent solaire »), est surtout constituée de protons ;
- la radioactivité du sol (ou rayonnement tellurique) émis par de nombreux éléments radioactifs présents dans l'écorce terrestre comme l'uranium et le thorium ;
- la radioactivité des eaux qui dépend de leur composition chimique et de la géologie des terrains qu'elles drainent ;
- la radioactivité du corps humain, due aux aliments contenant des éléments radioactifs qui, après ingestion, viennent se fixer dans les tissus et les os ;
- la radioactivité de l'air qui est essentiellement due au gaz radon-222, lui-même issu de la décroissance de l'uranium-238 présent naturellement dans les sols.

En France, la dose moyenne résultant des expositions naturelles reçue par le public est de 2,4 mSv/an (Tab. 1).

| Origine | Type | Moyenne mondiale* | | Moyenne en France** | |
|--------------|------------------------|-------------------|-------|---------------------|-------|
| | | mSv/an | % | mSv/an | % |
| Naturelle | Rayonnement tellurique | 0,5 | 15,9% | 0,5 | 13,4% |
| | Rayonnement cosmique | 0,4 | 12,9% | 0,3 | 8,0% |
| | Radon | 1,3 | 41,7% | 1,4 | 37,5% |
| | Eau et aliments | 0,3 | 9,6% | 0,2 | 5,4% |
| Artificielle | Médicale | 0,6 | 19,5% | 1,3 | 34,9% |
| | Autres*** | 0,01 | 0,4% | 0,03 | 0,8% |
| TOTAL | | 3,0 | | 3,7 | |

* Source UNSCEAR 2008

** Source IRSN 2011

*** Essais nucléaires, accidents nucléaires, activités industrielles

Tab. 1 : Valeurs moyennes de l'exposition du public à la radioactivité

Celle reçue en France au travers des aliments et de l'eau de boisson est de 0,2 mSv/an [4]. Cette exposition est principalement due à l'ingestion du potassium-40 et des radioéléments issus des familles de l'uranium et du thorium, tous naturellement présents dans l'environnement [5].

1.1.3 ORIGINE DE LA RADIOACTIVITE NATURELLE DANS LES EAUX

La radioactivité naturelle dans les eaux est en relation directe avec la nature géologique des terrains qu'elles traversent, le temps de contact, la température, la solubilité des éléments rencontrés, etc.

Les éléments radioactifs naturels fréquemment rencontrés dans les eaux, dans des proportions diverses sont : radium-226, radium-228, radon-222, uranium-234, uranium-238, plomb-210 et potassium-40.

L'eau se charge d'éléments radioactifs lors de son passage au travers des roches plutoniques² ou métamorphiques³ profondes. Dans les zones de roches magmatiques⁴ riches en uranium et en thorium, la radioactivité est plus élevée que dans les zones sédimentaires⁵. Ainsi, les eaux de source des régions granitiques présentent parfois une activité naturelle élevée due au radium-226 et au radon-222. C'est pourquoi l'eau provenant de puits profonds contient fréquemment une radioactivité naturelle (radon⁶ etc.) beaucoup plus élevée que les eaux de surface dans les rivières, les lacs ou les ruisseaux.

Cependant, les eaux profondes ne sont pas les seules eaux radioactives. Certaines eaux superficielles ayant pour réservoir des roches anciennes affleurantes peuvent aussi présenter une radioactivité importante. Par ailleurs, les eaux de surface sont, pour la plupart, radioactives naturellement parce qu'elles contiennent du potassium naturel à l'état dissous (mélange de potassium stable et de potassium-40 radioactif).

A la date de commande de cette étude, fin 2011, aucune réglementation française ni européenne ne fixait de référence ou de limite de qualité pour les concentrations en uranium ou en radon dans les eaux - seules des

² Roche magmatique qui s'est mise en place en profondeur et qui présente une structure grenue (ex : granite).

³ Roche qui a subi des transformations minéralogiques et structurales suite à une élévation de température et de pression (ex : marbre, schiste).

⁴ Roche se formant par refroidissement d'un magma en fusion, soit en profondeur (magma souterrain donnant une roche plutonique), soit à partir d'une lave émergeant à la surface (roche volcanique).

⁵ Roche formée par l'accumulation de sédiments en milieu marin ou continental, suite à l'action de l'eau ou du vent (ex : sables, grès, marnes ou calcaires).

⁶ Gaz radioactif d'origine naturelle représentant environ le tiers de l'exposition moyenne de la population française aux rayonnements ionisants. Il est présent partout à la surface de la planète à des concentrations variables selon les régions.

recommandations existaient. Afin de disposer d'éléments techniques précis et de compléter les données disponibles dans la perspective d'une éventuelle révision de la réglementation, la DGS et l'ASN ont demandé à l'IRSN de réaliser, sur les eaux conditionnées françaises, des mesures systématiques de la teneur en uranium et des mesures ponctuelles en radon-222.

1.2 URANIUM

Nonobstant sa toxicité radiologique, l'uranium est également un toxique chimique (comme le sont les métaux tels l'arsenic, le baryum, le plomb...). Dans la dernière version de ses « Guidelines for drinking-water quality », l'OMS définit une valeur guide provisoire (30 µg/l) pour la teneur en uranium des eaux de boisson, au motif de cette toxicité chimique [6].

A ce jour, ni la réglementation européenne ni la réglementation française ne prévoient d'exigences de qualité pour le paramètre uranium. Les activités des isotopes de l'uranium sont recherchées dans le cadre de la détermination d'une dose totale indicative (DTI).

Pour autant, la contribution de l'uranium à la dose de radioactivité est rarement prépondérante : à la concentration préconisée par l'OMS (30 µg/l⁷), pour une eau dont les différentes composantes en uranium sont à l'équilibre⁸, sa contribution à la dose serait de 26 µSv/an⁹, soit un quart de la référence de qualité de 0,1 mSv/an.

Dans la perspective d'une éventuelle évolution de cette nature, il est intéressant de vérifier, de manière très concrète, la mesure dans laquelle les eaux conditionnées françaises dépassent ou non les préconisations de l'OMS.

1.3 RADON

Le radon est un gaz radioactif existant à l'état naturel et son principal isotope est le radon-222, descendant du radium-226 présent dans les roches, les sols et les eaux. Le radon est présent dans toutes les eaux naturelles de surface et souterraines mais à des niveaux d'activité volumique variables.

En raison de sa grande volatilité et de sa période radioactive, l'eau mise en bouteille contient peu ou pas de radon. Seule l'eau prélevée dans un puits ou arrivant au robinet est susceptible d'en contenir de manière significative. Par ailleurs, les conséquences dosimétriques et sanitaires de l'ingestion de radon dissous dans l'eau sont de second ordre par rapport à celles résultant de l'inhalation de radon gazeux de sorte qu'aucune réglementation spécifique ne prévoit son contrôle dans les eaux de boisson en France¹⁰.

L'OMS pour sa part rappelle qu'en moyenne, 90% de la dose attribuable au radon contenu dans l'eau de boisson provient de son inhalation et considère en conséquence que la définition d'une valeur guide pour le radon dissous dans l'eau n'est généralement pas nécessaire [6].

La Commission européenne s'était engagée dans la voie normative sur le radon dissous dans l'eau, en émettant une recommandation fixant à 100 Bq/l la concentration en radon dissous, en dessous de laquelle aucune action corrective n'est conseillée¹¹ et à 1 000 Bq/l, la concentration à partir de laquelle des mesures correctives sont jugées justifiées au plan de

⁷ Valeur provisoire compte tenu d'incertitudes sur les données sanitaires sur laquelle elle repose.

⁸ Qui, à l'issue d'un long processus d'équilibration de la chaîne de désintégration, ont la même activité dans le milieu où ils se trouvent.

⁹ Toujours dans l'hypothèse d'une consommation journalière de l'eau en question de 2 litres, pour un adulte de plus de 17 ans.

¹⁰ Dans la méthode de calcul de la DTI prévue par la réglementation française, deux descendants à vie « longue » du ²²²Rn sont mesurés : le ²¹⁰Po et le ²¹⁰Pb. Ils contribuent donc au calcul de l'impact dosimétrique.

¹¹ Contrairement à la réglementation française, la réglementation européenne ne prévoit pas la mesure des activités des descendants à vie « longue » du ²²²Rn.

la protection radiologique [7]. Une directive européenne fixant des exigences pour la protection de la santé de la population en ce qui concerne les substances radioactives dans les eaux destinées à la consommation humaine a été adoptée en mai 2013 [à paraître]. La valeur paramétrique retenue pour le radon est de 100 Bq/l.

Comme la question de la mise en place d'une référence de qualité spécifique pour le radon dissous dans l'eau de boisson est régulièrement évoquée dans le cadre de l'examen des réglementations sanitaires, mais que la probabilité de détection de quantités significatives est faible pour les eaux conditionnées, cette étude ne procédera qu'à la mesure du radon de quelques eaux conditionnées dans des bouteilles en verre, aux fins de vérifications ponctuelles.

1.4 REGLEMENTATION

Les directives européennes spécifiques aux eaux conditionnées¹² ainsi que la réglementation européenne en matière de denrées alimentaires¹³ ont été traduites dans le droit national. Ainsi, le code de la santé publique (CSP)¹⁴ prévoit les dispositions législatives et réglementaires encadrant au niveau national la sécurité sanitaire des eaux conditionnées et précise notamment les définitions et les caractéristiques de ces eaux, la procédure d'autorisation d'exploiter une eau pour le conditionnement, les modalités de protection de la ressource, les règles d'hygiène, les modalités de la surveillance et du contrôle sanitaire, de la gestion des situations de non-conformités, de l'information du consommateur, ainsi que la procédure d'importation d'une eau conditionnée. Différents arrêtés d'application prévoient notamment les exigences de qualité requises ainsi que les types de traitements autorisés.

1.4.1 CONTROLE ET SURVEILLANCE DES EAUX CONDITIONNEES

Afin de vérifier le respect des dispositions législatives et réglementaires relatives à la sécurité sanitaire des eaux conditionnées prévues par le CSP, et conformément aux dispositions des articles R. 1321-15 et R. 1322-40 du CSP, les agences régionales de santé (ARS) sont en charge du contrôle sanitaire des eaux conditionnées. Le contrôle sanitaire comprend notamment l'inspection des installations, le contrôle des mesures de sécurité sanitaire mises en œuvre et la réalisation d'un programme d'analyses de la qualité de l'eau. Ce contrôle s'étend du captage à la mise en bouteille de l'eau. S'agissant du programme d'analyses, des prélèvements d'eau sont réalisés soit par l'ARS soit par un laboratoire agréé par le ministère chargé de la santé, à différents stades : à la ressource (à l'émergence ou sur le mélange d'émergences le cas échéant), en cours de production (par exemple en sortie de traitement, sur une cuve de stockage...) et lors du conditionnement de l'eau (soit directement sur l'eau conditionnée, soit sur la chaîne de conditionnement en amont direct du soutirage de l'eau, et représentatif de la qualité de l'eau mise sur le marché). Les prélèvements sont ensuite analysés par un laboratoire agréé par le ministère chargé de la santé selon des modalités prévues par la réglementation européenne. Au total, plus de 70 paramètres peuvent être recherchés. Il s'agit notamment de paramètres microbiologiques, de paramètres physicochimiques généraux, de paramètres minéraux, de paramètres organiques et de paramètres indicateurs

¹² Notamment la directive 2009/54/CE du parlement européen et du conseil du 18 juin 2009 relative à l'exploitation et à la mise dans le commerce des eaux minérales naturelles, la directive européenne 2003/40/CE de la commission du 16 mai 2003 fixant la liste, les limites de concentration et les mentions d'étiquetage pour les constituants des eaux minérales naturelles, ainsi que les conditions d'utilisation de l'air enrichi en ozone pour le traitement des eaux minérales naturelles et des eaux de source et la directive 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

¹³ Le Paquet Hygiène regroupe plusieurs règlements et directives communautaires, fixant des exigences relatives à l'hygiène des denrées alimentaires et animales (notamment le règlement 178/2002 établissant les principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire, le règlement 852/2004 relative à l'hygiène des denrées alimentaires, le règlement 853/2004 relatif aux denrées d'origine animale, le règlement 882/2004 relatif aux contrôles officiels, le règlement 1831/2003 établissant des exigences en matière d'hygiène des aliments pour animaux.

¹⁴ Code de la Santé Publique : Articles L. 1321-1 et suivants, L. 1322-1 et suivants, R. 1321-1 et suivants et R. 1322-1 et suivants

de radioactivité. A la date de rédaction de ce rapport (juin 2013), un projet d'arrêté relatif aux analyses de contrôle sanitaire et de surveillance des eaux conditionnées et des eaux minérales naturelles utilisées à des fins thérapeutiques dans un établissement thermal ou distribuées en buvette publique sera prochainement publié.

En complément du contrôle sanitaire, des analyses sont également effectuées régulièrement par l'exploitant dans le cadre de la surveillance qu'il exerce sur le fonctionnement de ses installations et la qualité de l'eau. L'exploitant doit en effet veiller à ce que toutes les étapes de la production et de la distribution sous sa responsabilité soient conformes aux règles d'hygiène, notamment en appliquant des procédures permanentes d'analyse des dangers et de maîtrise des points critiques. Des enquêtes ponctuelles et inopinées sont également réalisées par les services des directions départementales de la protection des populations (DDPP) ou des directions départementales de la cohésion sociale et de la protection des populations (DDCSPP), afin notamment d'identifier d'éventuelles fraudes.

1.4.2 CRITERES DE QUALITE RADIOLOGIQUE

L'arrêté du 14 mars 2007 modifié relatif aux critères de qualité des eaux conditionnées, aux traitements et mentions d'étiquetage particuliers des eaux minérales naturelles et de source conditionnées ainsi que de l'eau minérale naturelle distribuée en buvette publique [8] prévoit notamment les critères de qualité des eaux conditionnées.

Parmi ces critères de qualité, aussi appelés paramètres indicateurs de qualité, on distingue :

- des références de qualité : ce sont des indicateurs, témoins du fonctionnement des installations de production et de distribution. Ils révèlent la présence de substances dans l'eau à des concentrations, normalement présentes dans l'eau, sans incidence directe pour la santé, pouvant mettre en évidence un dysfonctionnement des installations de traitement ou être à l'origine d'inconfort ou de désagrément pour le consommateur ;
- des limites de qualité : ce sont des valeurs obligatoires, définies pour des substances dont la présence dans l'eau induit des risques immédiats ou à plus ou moins long terme pour la santé du consommateur. Ces limites de qualité garantissent, au vu des connaissances scientifiques et médicales disponibles, un très haut niveau de protection sanitaire aux consommateurs.

Pour la qualité radiologique des eaux conditionnées, les paramètres indicateurs de qualité, fixés par l'arrêté du 14 mars 2007 modifié, sont l'activité alpha globale, l'activité bêta globale, la teneur en tritium et la DTI . Dans le cas des eaux de source et des eaux rendues potables par traitement conditionnées, ces indicateurs (Tab. 2) sont considérés comme des références de qualité (valeurs indicatives) et non comme des limites.

En cas de dépassement de l'activité alpha globale, ou de l'activité bêta globale résiduelle, ou du tritium, il est procédé à l'analyse des radionucléides spécifiques définis par l'arrêté du 12 mai 2004 fixant les modalités de contrôle de la qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine. De plus, le calcul de la DTI est également effectué selon les modalités définies dans ce même arrêté.

| Paramètres | Références de qualité |
|------------------------|-----------------------|
| Activité alpha globale | 0,1 Bq/l |
| Activité bêta globale | 1 Bq/l |
| Tritium | 100 Bq/l |
| DTI | 0,10 mSv/an |

Tab.2 : Paramètres indicateurs de radioactivité pour les eaux de source et les eaux rendues potables par traitement conditionnées (arrêté du 14 mars 2007 modifié)

Pour les eaux minérales naturelles conditionnées, les réglementations européenne et française ne prévoient pas de critère de qualité radiologique, à l'exception des dispositions prévues au niveau national lorsqu'une eau minérale naturelle fait mention de son caractère approprié pour l'alimentation du nourrisson (voir ci-après).

En effet, certaines eaux minérales naturelles et eaux de sources non effervescentes peuvent faire mention du caractère approprié de l'eau pour l'alimentation des nourrissons sur leur étiquetage. Dans ce cas, elles doivent respecter certains critères de qualité particuliers. Les paramètres indicateurs de radioactivité mentionnés ci-dessus sont alors associés à des limites de qualité, afin de rendre ces valeurs obligatoires.

| 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 |

Tab. 3 : Limites de qualité pour les eaux de source et les eaux minérales naturelles conditionnées faisant mention du caractère approprié de l'eau pour l'alimentation du nourrisson (arrêté du 14 mars 2007 modifié)

Il est à noter que, dans ce cas, chaque paramètre est à considérer indépendamment des autres.

1.4.3 STRATEGIE D'ANALYSE

L'arrêté du 12 mai 2004, mentionné ci-dessus, fixe également les modalités de contrôle de la qualité radiologique des eaux de source et des eaux rendues potables par traitements conditionnées, en considérant les paramètres indicateurs de la qualité radiologique.

Cet arrêté introduit une stratégie d'analyses par étapes, selon laquelle l'analyse de l'ensemble des radionucléides nécessaires à la détermination de la DTI n'est réalisée qu'en deuxième intention, lorsque la mesure d'un des trois autres paramètres (activité alpha globale, activité bêta globale ou du tritium) montre le dépassement de la référence de qualité. Pour une eau dont les paramètres activité alpha globale et activité bêta globale sont inférieurs ou égaux aux valeurs guides, la DTI est réputée inférieure à 0,1 mSv/an. Cette démarche, appliquée au niveau national, est synthétisée dans la figure 1 :

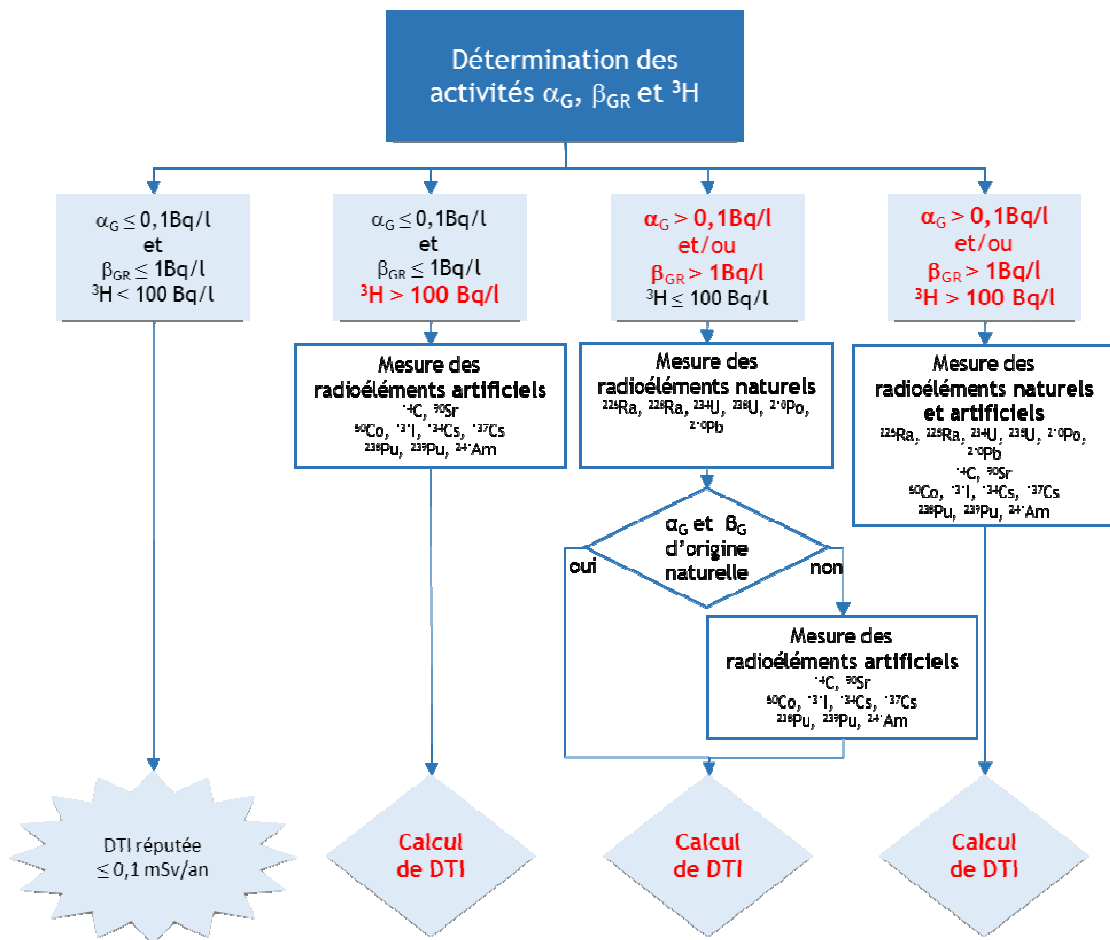


Fig. 1 : Stratégie d'analyse des eaux destinées à la consommation humaine
« Délibération de l'ASN n° 2007-DL-003 du 7 mars 2007 »

[α_G = activité alpha globale, β_{GR} = activité bêta globale résiduelle¹⁵, ^3H = activité volumique du tritium]

Dans le cadre des analyses complémentaires des radionucléides naturels et/ou artificiel, on définit la concentration dérivée de référence (CDR) comme l'activité qui serait à l'origine d'une dose de 0,1 mSv par an pour un adulte consommant 730 litres dans le cas de la présence exclusive du radionucléide considéré.

Dans le cas des eaux minérales naturelles et eaux de sources non effervescentes faisant mention du caractère approprié de l'eau pour l'alimentation des nourrissons sur leur étiquetage, une limite de qualité étant appliquée pour chaque paramètre indicateur de radioactivité.

1.4.4 MODALITES DE GESTION DES DEPASSEMENTS DES CRITERES DE QUALITE

¹⁵ L'activité bêta globale résiduelle est l'activité bêta globale à laquelle on retranche la contribution bêta du potassium-40.

Dans le cas des eaux destinées à la consommation humaine fournies par un réseau de distribution public (« eau du robinet »), la circulaire DGS du 13 juin 2007 [9] prévoit, sur la base des recommandations de l'ASN, les modalités de gestion du risque sanitaire lié à la présence de radionucléides. Ainsi, en cas de dépassement de la référence de qualité pour la DTI notamment, du fait de radionucléides naturels, une démarche prudente et pragmatique est recommandée. Elle consiste à prendre en compte le nombre de personnes concernées, les moyens disponibles pour réduire l'activité radiologique, les difficultés et les éventuels inconvénients liés à leur mise en œuvre. Trois situations sont considérées :

1) dans les cas où la DTI est comprise entre 0,1 mSv/an et 0,3 mSv/an, les actions destinées à corriger la qualité de l'eau ne sont pas nécessairement recommandées, sauf si des solutions simples de substitution telles que le raccordement à un autre réseau de distribution ou la dilution avec une autre ressource disponible existent et si leur faisabilité ne soulève pas de difficultés technico-économiques particulières ;

2) dans les cas où la DTI est comprise entre 0,3 mSv/an et 1 mSv/an, des solutions de réduction des expositions sont recherchées au cas par cas, en tenant cependant compte des moyens existant localement pour maîtriser le traitement de l'eau et l'élimination des boues issues du traitement. Par précaution, l'utilisation de ces eaux pour la boisson et la préparation des aliments est déconseillée pour les nourrissons, les enfants et les femmes enceintes ;

3) enfin, pour des eaux présentant une radioactivité naturelle telle que la DTI excède 1 mSv/an, des solutions visant à réduire l'exposition sont impérativement recherchées et mises en œuvre.

Bien que cette circulaire n'ait pas été établie en prenant en compte la spécificité des eaux conditionnées, les valeurs de DTI et les recommandations associées peuvent néanmoins servir de référence, par analogie.

On notera qu'une directive européenne fixant des exigences pour la protection de la santé de la population en ce qui concerne les substances radioactives dans les eaux destinées à la consommation humaine est en cours de publication. Cette directive prévoit :

- l'obligation pour les Etats membres de prendre les mesures pour mettre en place un programme de surveillance visant à s'assurer que les eaux destinées à la consommation sont conformes aux valeurs paramétriques fixées ;
- l'investigation des situations de non-conformité aux valeurs paramétriques pour identifier l'origine de la présence de radionucléides et déterminer si la présence de radionucléides pose un risque pour la santé humaine ;
- l'information des consommateurs, si le risque est avéré ;
- la fixation de valeurs paramétriques, de fréquences de prélèvement, de méthodes d'échantillonnage et d'analyses.

Les exigences de la directive, pour une large partie, sont déjà intégrées dans la réglementation nationale en matière d'eaux destinées à la consommation humaine. Néanmoins, certains points devront être mis en cohérence, notamment concernant les exigences du contrôle de la présence de radon dans les eaux destinées à la consommation humaine.

2 METHODOLOGIE

Les modalités de réalisation de cette étude ont été définies conjointement par la DGS et l'ASN avec l'appui de l'IRSN. Elles sont formalisées par une convention conclue entre la DGS et l'IRSN ainsi qu'au travers d'une saisine de l'IRSN par l'ASN. L'étude s'est déroulée sur 12 mois, en 2012.

2.1 COLLECTE DES ECHANTILLONS

La DGS a fourni à l'IRSN la liste, mise à jour en novembre 2011, des eaux minérales naturelles et des eaux de source conditionnées produites en France. Au total, cette liste recensait 76 eaux minérales naturelles, 81 eaux de source, et 7 eaux rendues potables par traitement, soit 164 références. Pour la plupart, elles ont été achetées dans le commerce par l'IRSN. En tant que de besoin, il a été fait appel aux ARS pour se procurer les eaux manquantes (pour les DROM-COM par exemple).

Parmi toutes ces références, les eaux rendues potables par traitement (7) n'ont pu être recueillies pour analyse du fait de difficultés d'approvisionnement. Il a été jugé que cette lacune ne nuirait pas à la représentativité de cette étude, le volume d'eau rendue potable par traitement distribué annuellement représenterait 0,45% du volume d'eau conditionnée produit annuellement [10].

Par ailleurs, l'exploitation de certaines eaux a été interrompue en 2011 ou 2012 (11 eaux de sources et 10 eaux minérales naturelles), de nouvelles eaux ont fait l'objet d'une autorisation administrative d'exploitation à des fins de conditionnement, et certaines eaux ont fait l'objet de modifications de leurs autorisations.

En termes de formes de conditionnement, il est à noter qu'une seule eau en bonbonne a pu être analysée du fait de la difficulté d'approvisionnement liée à ce conditionnement.

On peut noter qu'il existe des doubles références (voire triples) en fonction du caractère pétillant de certaines eaux : on trouve les eaux « plates », les eaux « pétillantes » ou les eaux « finement pétillantes ». Dans ce cas, chaque type d'eau a été considéré comme un échantillon, même si en pratique la ressource initiale est la même.

Au final, 75 eaux de sources et 67 eaux minérales naturelles ont été analysées dans le cadre de cette étude.

Le panel des eaux embouteillées étudiées est synthétisé dans le tableau 4 :

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

Tab.4 : Types d'eaux reçues et analysées.

Les eaux embouteillées reçues proviennent de quarante-six départements et trois DROM. Les cartes ci-après (Fig. 2 et 3) illustrent la répartition géographique des eaux analysées.

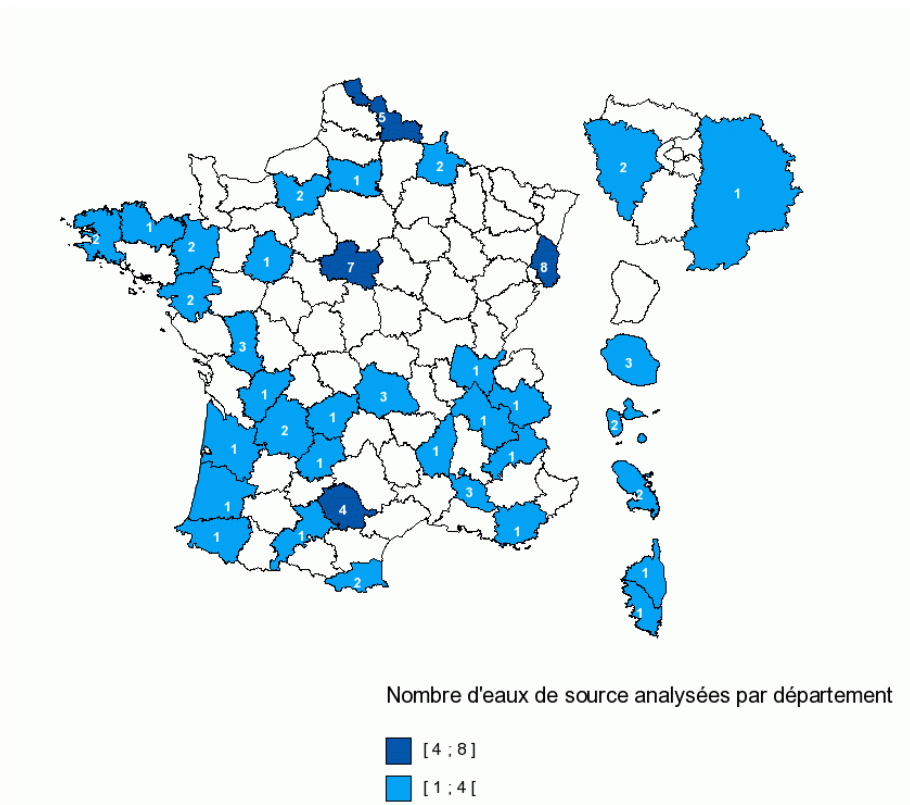


Fig.2 : Carte de l'origine des eaux de source analysées (© Groupe ARTICQUE - 2013)

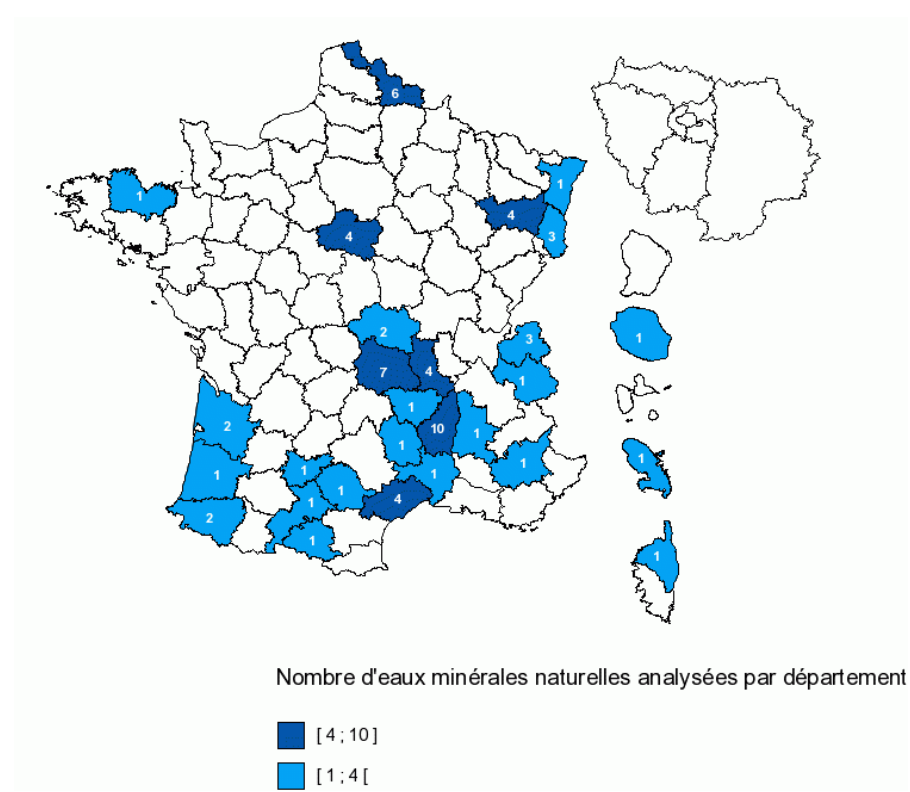




Fig.3 : Carte de l'origine des eaux minérales naturelles analysées (© Groupe ARTICQUE - 2013)

L'identification et la provenance des échantillons analysés, telles que figurant sur les étiquettes des produits reçus au laboratoire, sont détaillées dans les tableaux 5 et 6 :

- le sigle  indique que l'étiquette mentionne que l'eau convient pour la préparation de l'alimentation du nourrisson ;
- le sigle  indique que l'étiquette mentionne que l'eau n'est pas conseillée pour les nourrissons et les jeunes enfants du fait de sa teneur élevée en fluor ;
- la case grisée indique que l'étiquette ne comporte aucune information particulière.

Tab. 5 : Origine et identification des eaux de source embouteillées analysées

| N° IRSN | Désignation commerciale | Nom de la source | Lieu d'exploitation | Région | Département | |
|---------|---|-----------------------|------------------------|----------------------------|-------------|---|
| S18 | Eau de source de la Doye (Cristaline) | La Doye | Les Neyrolles | Rhône-Alpes | 01 |  |
| S67 | Roche des Ecrins | Roche des Ecrins | Chorges | Provence-Alpes-Côte d'Azur | 05 |  |
| S63 | Perline | Perline | Arcens | Rhône-Alpes | 07 | |
| S14 | Eau de source Aurele (Cristaline) | Aurele | Jandun | Champagne Ardennes | 08 | |
| S28 | Eau de source Romy (Cristaline) | Romy | Jandun | Champagne Ardennes | 08 | |
| S45 | Fontaine Jolival | Fontaine Jolival | Voeuil et Giget | Poitou-Charentes | 16 | |
| S20 | Eau de source de Treignac | Maurange 2 | Treignac | Limousin | 19 |  |
| S69 | Saint Alix | Saint Alix | Plancoët | Bretagne | 22 | |
| S31 | Eau de source Saint Martin (Cristaline) | Saint Martin | Saint Martin de Gurcon | Aquitaine | 24 | |
| S33 | Eau de source Saint Médard plate (Cristaline) | Saint Medard | Saint Martin de Gurcon | Aquitaine | 24 | |
| S64 | Pierval source des lilas | Lilas | Pont Saint Pierre | Haute Normandie | 27 |  |
| S65 | Pierval source Emma | Emma | Pont Saint Pierre | Haute Normandie | 27 |  |
| S24 | Eau de source Isabelle (Cristaline) | Isabelle | Saint Goazec | Bretagne | 29 |  |
| S39 | Eau des montagnes d'Arrée | Des montagnes d'Arrée | Commana | Bretagne | 29 |  |
| S61 | Ondine | Estivèle | Bagnères-de-Luchon | Midi Pyrénées | 31 |  |
| S77 | Source des pins | Des pins | Arcachon | Aquitaine | 33 |  |
| S07 | Broceliande | Veneur | Paimpont | Bretagne | 35 |  |
| S13 | Eau de source | Feutenarcoat | Paimpont | Bretagne | 35 |  |
| S82 | Valecrin | Valecrin | Le Perier | Rhône-Alpes | 38 |  |
| S27 | Eau de source Pampara (Cristaline) | Pampara | Dax | Aquitaine | 40 |  |
| S21 | Eau de Source Eleonore (Cristaline) | Eleonore | Guenrouet | Pays de la Loire | 44 |  |
| S34 | Eau de Source Sainte Aude (Cristaline) | Sainte Aude | Guenrouet | Pays de la Loire | 44 |  |
| S01 | Eau de source Elena (Cristaline) | Elena | Chambon la Foret | Centre | 45 | |
| S15 | Eau de source Celine plate (Cristaline) | Celine | Saint Cyr en Val | Centre | 45 |  |
| S15B | Eau de source Celine (Cristaline) gazeuse | Celine | Saint Cyr en Val | Centre | 45 | |
| S53 | Eau de source naturelle Top Budget | Les Chesneaux | Saint Martin d'Abbat | Centre | 45 | |

| N ° IRSN | Désignation commerciale | Nom de la source | Lieu d'exploitation | Région | Département | |
|----------|--|---|------------------------|----------------------|-------------|---|
| S62 | Ondine plate | Saint Benoit | Saint Martin d'Abbat | Centre | 45 |  |
| S62B | Ondine pétillante | Saint Benoit | Saint Martin d'Abbat | Centre | 45 | |
| S81 | Telle qu'elle | Source des Ormes | Donnery | Centre | 45 | |
| S66 | Quercynoise | Bois Bordet | Lacapelle-Marival | Midi Pyrénées | 46 | |
| S25 | Eau de source Louise plate (Cristaline) | Louise | Cappelle-en-Pévèle | Nord Pas-de-Calais | 59 |  |
| S25B | Eau de source Louise (Cristaline) gazeuse | Louise | Cappelle-en-Pévèle | Nord Pas | 59 | |
| S29 | Eau de source Saint Jean-Baptiste (Cristaline) | Saint Jean-Baptiste | Busigny | Nord Pas | 59 |  |
| S37 | Eau de source Sainte Sophie (Cristaline) | Sainte Sophie | Perenchies | Nord Pas | 59 |  |
| S52 | L'Oiselle | Oiselle | Saint-Amand-les-Eaux | Nord Pas | 59 | |
| S12 | Domaine des sources de Bulles (bonbonnes) | Saine Fontaine | Bulles | Picardie | 60 | |
| S54 | Marque distributeur | Grand barbier n° 2 / n° 3 | Le Mont Dore | Auvergne | 63 |  |
| S59 | Mont Dore | La Montille | Le Mont Dore | Auvergne | 63 |  |
| S80 | Source Laqueuille - marque eco+ | Les Fraux (f1) et Banne d'Ordanche (f2) | Laqueuille | Auvergne | 63 |  |
| S60 | Ogeu, Pyrenea, Source centrale + "casino et le mutant" | Source Centrale | Ogeu-les-Bains | Aquitaine | 64 |  |
| S71 | Semillante eau plate | Semillante forage n° 2 | Toulouges | Languedoc Roussillon | 66 | |
| S72 | Sémillante gazeuse (enrichie en gaz carbonique) | Semillante forage N° 2 | Toulouges | Languedoc Roussillon | 66 | |
| S09 | Carola (nature) | Carola | Ribeauville | Alsace | 68 | |
| S09B | Carola (finement pétillante) | Carola | Ribeauville | Alsace | 68 | |
| S09T | Carola (pétillante) | Carola | Ribeauville | Alsace | 68 | |
| S26 | Eau de source Metzeral (Cristaline) | Metzeral | Metzeral | Alsace | 68 |  |
| S51 | Lisbeth (nature) | Lisbeth | Soultzmatt | Alsace | 68 | |
| S51B | Lisbeth (légèrement pétillante) | Lisbeth | Soultzmatt | Alsace | 68 | |
| S51T | Lisbeth (pétillante) | Lisbeth | Soultzmatt | Alsace | 68 | |
| S83 | Valon | Valon | Metzeral | Alsace | 68 | |
| S17 | Eau de source Cristal Roc (Cristaline) | Roxane | Ardenay sur Merize | Pays de la Loire | 72 |  |
| S02 | Eau de source « Source des Fées » | Source des Fées | Grésy-sur-Aix | Rhône-Alpes | 73 |  |
| S16 | Eau de source Chantereine (Cristaline) | Chantereine | Chelles | Ile de France | 77 | |
| S03 | Aquarel | Des Hêtres (forage albien) | Saint Lambert des Bois | Ile de France | 78 |  |
| S38 | Eau de source St-Lambert | Saint lambert | Saint Lambert des Bois | Ile de France | 78 |  |
| S43 | Fiee des Lois | Belle croix | Prahecq | Poitou-Charentes | 79 | |
| S47 | Ondine | Idrel | Prahecq | Poitou | 79 | |
| S78 | Source du Frene | Plaine du Frene | Prahecq | Poitou | 79 | |
| S41 | Eau pétillante Fontaine de la reine Frédégonde | Fontaine de la Reine | Castelnau-de-Brassac | Midi Pyrénées | 81 | |
| S44 | Fontaine de la Reine PLATE | Fontaine de la Reine | Castelnau-de-Brassac | Midi Pyrénées | 81 |  |
| S48 | La Tarnaise | La Tarnaise | Castelnau-de-Brassac | Midi Pyrénées | 81 |  |

| N° IRSN | Désignation commerciale | Nom de la source | Lieu d'exploitation | Région | Département | |
|---------|---|-------------------|------------------------|----------------------------|-------------|---|
| S68 | Rosee de la reine | Rosee de la reine | Lacaune | Midi Pyrénées | 81 |  |
| S19 | Eau de source de montagne Beaupré | Beaupré | Signes | Provence-Alpes-Côte d'Azur | 83 |  |
| S35 | Eau de source Sainte Cécile (Cristaline) | Sainte-Cécile | Cairanne | Provence-Alpes-Côte d'Azur | 84 |  |
| S76 | Source des Oliviers | Des Oliviers | Châteauneuf-de-Gadagne | Provence-Alpes-Côte d'Azur | 84 | |
| S79 | Source Floralties | Floralties | Cairanne | Provence-Alpes-Côte d'Azur | 84 |  |
| S70 | Saint Georges | Saint Georges | Grosseto-Prugna | Corse | 2A |  |
| S84 | Zilia | Zilia | Zilia | Corse | 2B |  |
| S58 | Matouba | Roudelette | Saint Claude | DROM-COM | 971 |  |
| S86 | Mabelo | Mabelo | Fort de France | DROM-COM | 972 |  |
| S10 | Chanflor | Mont Beni | Morne Rouge | DROM-COM | 972 |  |
| S49 | Lafort | Lafort | Morne Rouge | DROM-COM | 972 |  |
| S42 | Edena | Denise | La Possession | DROM-COM | 974 |  |
| S05 | Australine | Basse Vallee | Saint-Philippe | DROM-COM | 974 |  |
| S06 | Bagatelle | Blanche | La Possession | DROM-COM | 974 |  |

Tableau établi d'après les données fournies par le Ministère chargé de la Santé - Agences Régionales de Santé

Tab. 6 : Origine et identification des eaux minérales naturelles embouteillées analysées

| N° IRSN | Désignation commerciale | Nom de la source | Lieu d'exploitation | Région | Département | |
|---------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------|---|
| M62 | Saint-Yorre - Bassin de Vichy | Royale | Saint-Yorre | Auvergne | 03 | |
| M71 | Vichy-Célestins | Célestins | Vichy | Auvergne | 03 | |
| M63 | Source Montclar | Montclar | Montclar | Provence-Alpes-Côte d'Azur | 04 |  |
| M09 | Arcens | Ida | Arcens | Rhône-Alpes | 07 |  |
| M17 | Chantemerle | Chantemerle | Meyras | Rhône-Alpes | 07 | |
| M31 | L'Incomparable | La Ferrugineuse Incomparable | Asperjoc | Rhône-Alpes | 07 | |
| M36 | Le Vernet | Vernet Ouest | Prades | Rhône-Alpes | 07 | |
| M51 | Reine des Basaltes | La Reine des Basaltes | Asperjoc | Rhône-Alpes | 07 | |
| M65 | Vals-Manon | Manon | Vals-les-Bains | Rhône-Alpes | 07 | |
| M66 | Vals-Saint Pierre | Saint Pierre | Vals-les-Bains | Rhône-Alpes | 07 | |
| M67 | Vals-Saint-Jean | Saint-Jean | Vals-les-Bains | Rhône-Alpes | 07 | |
| M68 | Vals-Vivaraise gazeuse | Vivaraise | Vals-les-Bains | Rhône-Alpes | 07 |  |
| M70 | Ventadour | Ventadour | Meyras | Rhône-Alpes | 07 | |
| M39 | Montcalm | Montcalm | Auzat | Midi-Pyrénées | 09 |  |
| M48 | Plancoët | Sassay | Plancoët | Bretagne | 22 |  |
| M33 | La Française | La Française | Propiac | Rhône-Alpes | 26 | |
| M47 | Perrier | Perrier | Vergèze | Languedoc Roussillon | 30 | |
| M37 | Luchon | Lapade | Bagnères de Luchon | Midi-Pyrénées | 31 |  |
| M01 | Abatilles | Saint-Anne | Arcachon | Aquitaine | 33 |  |
| M02 | Abatilles gazéifiée | Saint-Anne | Arcachon | Aquitaine | 33 | |
| M32 | La Cairolle | La Cairolle | Les Aires | Languedoc Roussillon | 34 | |
| M34 | La Salvetat | Rieumajou | La Salvetat-sur-Agout | Languedoc Roussillon | 34 | |
| M35 | La Vernière | La Vernière | Les Aires | Languedoc Roussillon | 34 | |
| M56 | Saint Michel de Mourcairol | Saint Michel de Mourcairol | Les Aires | Languedoc Roussillon | 34 | |
| M12 | Biovine | Biovine | Dax | Aquitaine | 40 |  |
| M11 | Badoit | Badoit | Saint-Galmier | Rhône-Alpes | 42 | |
| M26 | Faustine (finement gazeuse) | Faustine | Saint-Alban-les-Eaux | Rhône-Alpes | 42 | |
| M46 | Parot | Parot 1 | Saint-Romain-le-Puy | Rhône-Alpes | 42 |  |
| M49 | Puits-St-Georges | Puits-St-Georges | Saint-Romain-le-Puy | Rhône-Alpes | 42 | |
| M55 | Saint Géron | Gallo romaine | Saint Géron | Auvergne | 43 | |
| M06 | Alizée | Alizée | Chambon-la-Forêt | Centre | 45 |  |
| M07 | Alizée gazéifiée | Alizée | Chambon-la-Forêt | Centre | 45 | |
| M15 | Chambon | Montfras | Chambon-la-Forêt | Centre | 45 |  |
| M61 | Saint-Martin d'Abbat | Native | Saint-Martin d'Abbat | Centre | 45 |  |













| N° IRSN | Désignation commerciale | Nom de la source | Lieu d'exploitation | Région | Département | |
|---------|--|--------------------------|--|-------------------------|-------------|---|
| M50 | Quézac | Diva | Quézac | Languedoc Roussillon | 48 | |
| M08 | Amanda | Amanda | Saint-Amand-les-Eaux | Nord Pas-de- Calais | 59 | |
| M23 | Eau minérale naturelle de la source Léa | Léa | Mérignies | Nord Pas | 59 |  |
| M44 | Orée du Bois | Orée du Bois | Saint-Amand-les-Eaux | Nord Pas | 59 | |
| M58 | Saint-Amand | Clos de l'Abbaye | Saint-Amand-les-Eaux | Nord Pas | 59 | |
| M69 | Vauban | Vauban 97 | Saint-Amand-les-Eaux | Nord Pas | 59 | |
| M77 | Eau minérale naturelle Saint Léger (Cristaline) | Saint Léger | Perenchies | Nord Pas | 59 | |
| M18 | Châteauneuf-Auvergne | Castel Rocher | Châteauneuf-les-Bains | Auvergne | 63 |  |
| M19 | Châteldon | Sergentale | Châteldon | Auvergne | 63 |  |
| M28 | Hydroxydase | Marie-Christine- Nord | Le Breuil-sur-Couze | Auvergne | 63 | |
| M52 | Rozana | Des Romains | Beauregard Vendon | Auvergne | 63 | |
| M54 | Saint Diéry | Renlaigue | Saint-Diéry | Auvergne | 63 | |
| M60 | Sainte-Marguerite | La Chapelle | Saint-Maurice-ès-Allier | Auvergne | 63 | |
| M74 | Volvic | Clairvic | Volvic | Auvergne | 63 |  |
| M42 | Ogeu - source du Roy | Roy | Ogeu les Bains | Aquitaine | 64 |  |
| M43 | Ogeu - source gazeuse n° 1 | Gazeuse n° 1 | Ogeu-les-Bains | Aquitaine | 64 | |
| M13 | Celtic | La Liese | Niederbronn-les-Bains | Alsace | 67 |  |
| M29 | Jouvence de Wattwiller | Jouvence | Wattwiller | Alsace | 68 | |
| M41 | Nessel | Nessel | Soultzmatt | Alsace | 68 |  |
| M75 | Wattwiller | Artésia | Wattwiller | Alsace | 68 |  |
| M03 | Aix-les-Bains | Raphy-St-Simon Est | Grésy-sur-Aix | Rhône-Alpes | 73 |  |
| M24 | Eau minérale de Montagne des Alpes-St- François | Saint-François | Orcier | Rhône-Alpes | 74 |  |
| M25 | Evian | Cachat | Evian, Publier, Neuvecelle et Maxilly | Rhône-Alpes | 74 |  |
| M64 | Thonon | La Versoie | Thonon les Bains | Rhône-Alpes | 74 |  |
| M40 | Mont-Roucoux | Mont-Roucoux | Lacaune | Midi- Pyrénées | 81 |  |
| M59 | Saint-Antonin | Prince-Noir | Saint-Antonin-Noble-Val | Midi- Pyrénées | 82 | |
| M21 | Contrex | Source contrex | Contrexéville | Lorraine | 88 | |
| M27 | Hépar | Hépar | Vittel | Lorraine | 88 |  |
| M72 | Vittel | Bonne Source | Vittel | Lorraine | 88 | |
| M73 | Vittel | Grande Source | Vittel | Lorraine | 88 | |
| M45 | Orezza | Sorgente Sottana | Rappagio Orezza | Corse | 2B | |
| M22 | Didier | Fontaine Didier | Fort-de-France | DROM-COM | 972 | |
| M20 | Cilaos | Véronique | Saint-Louis | DROM-COM | 974 | |

Tableau établi d'après les données fournies par le Ministère chargé de la Santé - Agences Régionales de Santé

2.2 DEMARCHE ANALYTIQUE

La démarche analytique - par étape - suivie pour cette étude est celle préconisée par la circulaire de la DGS du 13 juin 2007 [9]. Elle est complétée de la mesure systématique de la teneur en uranium et de la mesure ponctuelle de la teneur en radon pour quelques eaux conditionnées dans des bouteilles en verre.

En pratique, les paramètres systématiquement évalués sont :

- l'indice de radioactivité alpha globale,
- l'indice de radioactivité bêta globale,
- la teneur en potassium pour déterminer l'indice de radioactivité bêta résiduelle,
- l'activité volumique du tritium,
- la teneur en uranium.

Les analyses complémentaires ne sont entreprises que lorsqu'un des indicateurs déterminés lors de cette première série d'analyses dépasse sa valeur de référence (valeur guide ou référence de qualité). Conformément au cahier des charges, les radioéléments recherchés lors des analyses complémentaires sont le radium-226, le radium-228, le plomb-210, le polonium-210, l'uranium-234 et l'uranium-238.

Calcul de l'activité bêta résiduelle

L'activité bêta résiduelle est déterminée à partir des résultats de l'activité bêta globale et de la contribution du potassium 40 à l'activité bêta globale. Cette valeur peut être déterminée directement à partir de la concentration en potassium stable dans l'eau, en utilisant la formule suivante :

| | | |
|--|----|--|
| $C_{\beta_{GR}} = C_{\beta_G} - 27,9 \times [K]$ | où | <p>$C_{\beta_{GR}}$ désigne l'activité volumique bêta globale résiduelle (en Bq/l)</p> <p>C_{β_G} désigne l'activité volumique bêta globale (en Bq/l)</p> <p>27,9 est le coefficient d'activité équivalente β par g de potassium (en Bq/g)¹⁶</p> <p>[K] désigne la concentration de potassium (en g/l)</p> |
|--|----|--|

Calcul de la DTI

La méthode de calcul de la DTI est celle préconisée par la circulaire du 13 juin 2007 de la DGS [9]. Elle prend en compte la totalité des radionucléides détectés (i.e. les mesures donnant un résultat supérieur à la limite de détection), à l'exclusion du radon-222 et de ses descendants à vie courte (polonium-218, plomb-214, astate-218, bismuth-214, polonium-214, thallium-210).

| | | |
|--|----|---|
| $DTI = 730 \times \left(\sum C_i \times h(g)_i \right) \times 10^3$ | où | <ul style="list-style-type: none"> - DTI désigne la dose totale indicative (en mSv/an) - C_i désigne l'activité volumique significative du radionucléide i (en Bq/l) - $h(g)_i$ désigne la dose efficace engagée par unité d'incorporation de radionucléide i pour un adulte de plus de 17 ans (en Sv/Bq) - 730 correspond au volume annuel d'eau consommée (en l/an) |
|--|----|---|

¹⁶ L'abondance isotopique du potassium-40 étant constante (0,0117%), il est possible de déduire sa concentration à partir de celle du potassium total. La valeur du coefficient d'activité équivalente B par g de potassium utilisée ici est très légèrement différente de celle prescrite par la circulaire de la DGS du 13 juin 2007 (27,6) car depuis lors, certaines données nucléaires de base ont été modifiées.

2.3 TECHNIQUES ANALYTIQUES

Les techniques d'analyse utilisées dans le cadre de cette étude sont les suivantes.

- Détermination de l'indice de radioactivité alpha global sur dépôt par évaporation et mesure par scintillation solide (norme NF ISO 10704) : une aliquote d'eau est évaporée doucement sur une coupelle en inox, le résidu est ensuite recouvert d'un scintillateur solide et un comptage alpha est réalisé sur la base d'un étalonnage en plutonium 239.
- Détermination de l'indice de radioactivité bêta global sur dépôt par évaporation et mesure en compteur type Geiger (norme NF ISO 10704) : une aliquote d'eau est évaporée doucement sur une coupelle en inox, le résidu fait ensuite l'objet d'un comptage bêta global sur la base d'un étalonnage en ^{90}Sr - ^{90}Y .
- Détermination de la concentration en potassium par émission de flamme (NF T 90 019) : la mesure du potassium stable se fait directement sur une aliquote d'eau ou après une dilution appropriée, par émission de flamme sur la base d'une courbe d'étalonnage en potassium.
- Détermination de l'activité du tritium par scintillation liquide (norme NF ISO 9698) : une aliquote d'eau est mélangée à un volume de liquide scintillant et mesurée en scintillation liquide.
- Détermination de la concentration en uranium et des activités d'uranium isotopique par mesure directe par ICP-MS (norme NF M 60-805-4) : une aliquote d'eau est filtrée à 0,45 μm si nécessaire et mesurée directement par ICP-MS après réalisation d'une courbe d'étalonnage et d'un ajout de traceur interne (^{233}U).
- Détermination de l'activité du radium 226 par émanométrie et comptage alpha (norme NF M 60-803) : une aliquote d'eau est minéralisée et mise en barboteur étanche en attendant la croissance du radon 222, le radon 222 émané est transféré dans une géométrie de comptage alpha recouverte d'un scintillateur solide.
- Détermination de l'activité du radium 228 et du plomb 210 par spectrométrie gamma après concentration (méthode interne inspirée de NF M60-807) : une aliquote d'eau est évaporée doucement à sec et le résidu est conditionné dans une géométrie de comptage en spectrométrie gamma.
- Détermination de l'activité du polonium 210 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF ISO 13161) : une aliquote d'eau est minéralisée puis purifiée par des étapes successives de radiochimie, les isotopes recherchés sont co-précipités ou déposés avant mesure par spectrométrie alpha.
- Détermination de l'activité du radon 222 par spectrométrie gamma (norme NF M 60-761) : 2 aliquotes d'eau prélevées dans un laps de temps très court sont mesurés le plus rapidement possible en spectrométrie gamma sur NaI dans des géométries standardisées. Le résultat final est une moyenne de 2 résultats de mesure compatibles.

Les limites de détection des méthodes atteintes dans le cadre de cette étude sont celles définies par l'arrêté du 17 septembre 2003 [11].

Les procédures suivies à l'IRSN intègrent des contrôles qualité réguliers (étalonnages, contrôles des réactifs, mesure de matériaux de référence...).

La détermination des indices de radioactivité alpha et bêta globales se fait sur deux préparations par échantillon. Pour les traitements radiochimiques plus complexes, la qualité des mesures est assurée soit par la réalisation de deux analyses

pour l'obtention d'un résultat, soit par l'établissement d'un rendement chimique spécifique du radionucléide recherché par ajout d'un traceur (stable ou radioactif) à l'aliquote d'échantillon analysé.

L'IRSN est accrédité par le COFRAC (suivant la norme NF ISO 17025).

Il dispose d'un agrément du ministère chargé de la santé pour la mesure de la radioactivité dans les eaux destinées à la consommation humaine et réalise les analyses suivant des normes publiées ou en cours de publication dès que cela est possible.

Pour maintenir un niveau de compétence reconnu et pour valider les nouvelles techniques de mesure des radionucléides développées dans ses laboratoires, l'IRSN participe tous les ans à de nombreux exercices de comparaison inter-laboratoires organisés au niveau national mais aussi international par des organismes reconnus (AIEA, NPL, BfS, IRMM pour le compte de l'Union Européenne...).

3 PORTÉE & LIMITES DE L'ÉTUDE

Cette étude dresse un bilan « instantané » des caractéristiques radiologiques des eaux conditionnées produites en France, à la date de l'analyse des échantillons. Elle est faite à des fins d'information et ne revêt aucun caractère réglementaire (le contrôle sanitaire des eaux conditionnées étant organisé par les ARS).

C'est pourquoi d'ailleurs, à la demande de la DGS et de l'ASN, l'IRSN :

- a procédé à des mesures non prescrites par la réglementation - analyse systématique des concentrations en uranium et analyse ponctuelle des teneurs en radon-222 de quelques eaux ;
- a utilisé la même démarche analytique pour tous les échantillons analysés (eaux de sources et eaux minérales naturelles) ;
- s'est approvisionné en magasins (grandes surfaces, supermarchés...) ou à défaut, a fait appel aux ARS.

Au-delà de cette mise au point formelle, l'étude comporte quelques limites d'ordre technique, attachées à son objectif et à son cahier des charges. Il s'agit notamment :

- de la non prise en compte des incertitudes analytiques dans le calcul de la DTI, conformément aux dispositions de la circulaire de la DGS du 13 juin 2007 [9]. Or, en fonction du radionucléide recherché, de sa concentration et des techniques analytiques mises en œuvre, ces incertitudes peuvent être élevées ;
- de l'absence d'étude sur la stabilité de composition des eaux. Même si la composition des eaux minérales naturelles est réputée stable [12], celle des eaux de source peut varier dans le temps, en fonction notamment de l'origine géologique ou du régime d'exploitation de la ressource. A titre d'illustration, nous reportons dans le tableau 7 des valeurs d'activité alpha globale issues du contrôle sanitaire assuré par l'ARS pour un forage situé dans le Bas-Rhin :

| Activité Alpha globale mesurée dans une eau de captage du Bas-Rhin sur une période de 7 ans* | |
|--|------------|
| Valeur minimale | 0,164 Bq/l |
| Valeur maximale | 0,440 Bq/l |
| Valeur moyenne | 0,289 Bq/l |

* Source : Ministère chargé de la santé - Agence Régionale de Santé - Base SISE-EAUX

Tab. 7 : Exemple d'amplitude de variation de l'activité alpha globale

- de la limitation de la mesure à un seul échantillon par référence, pour maintenir le nombre d'analyses dans la limite de l'enveloppe budgétaire négociée avec la DGS et l'ASN.

4 RESULTATS OBTENUS POUR LES ANALYSES SYSTEMATIQUES

Tous les résultats des mesures sont présentés en annexe II.

4.1 RESULTATS DES ANALYSES SYSTEMATIQUES POUR LES EAUX DE SOURCE

4.1.1 TRITIUM

Aucune activité significative en tritium n'a été mesurée au-dessus de la limite de détection pour l'ensemble des eaux de source analysées.

4.1.2 ACTIVITE BETA GLOBALE

Aucune eau de source ne présente d'activité bêta globale, donc d'activité bêta globale résiduelle, supérieure à la valeur guide de 1 Bq/l, comme illustré par le graphique suivant :

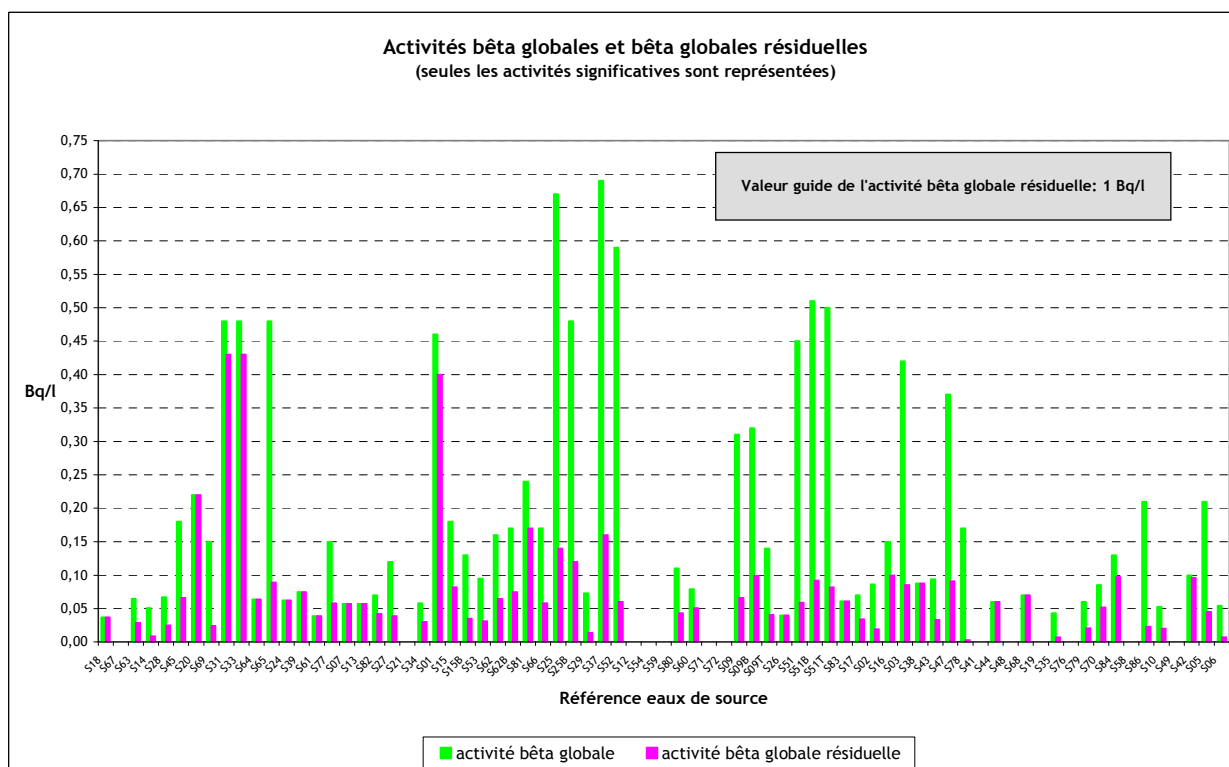


Fig. 4 : Comparaison entre les valeurs des activités bêta globales et bêta globales résiduelles pour les eaux de source

4.1.3 ACTIVITE ALPHA GLOBALE

Quatorze eaux de source présentent des activités alpha globales supérieures à la valeur guide de 0,1 Bq/l. Des analyses complémentaires sont nécessaires pour identifier les radionucléides à l'origine de l'activité mesurée. L'activité alpha globale maximale mesurée est de 1 Bq/l pour l'eau référencée S01.

Soixante et une eaux de source analysées présentent des activités alpha globales non significatives ou inférieures ou égales à la valeur guide de 0,1 Bq/l, soit 81 % de l'ensemble des eaux de source.

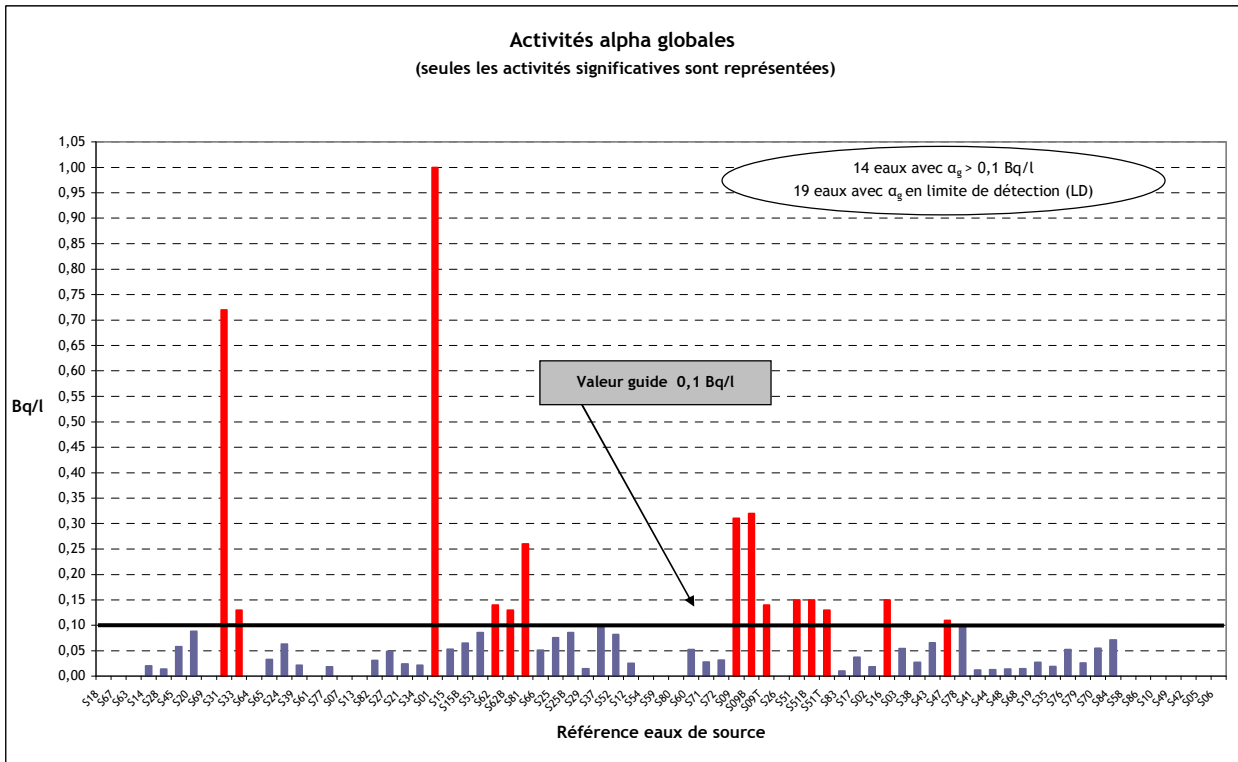


Fig. 5 : Activités alpha globales pour les eaux de source

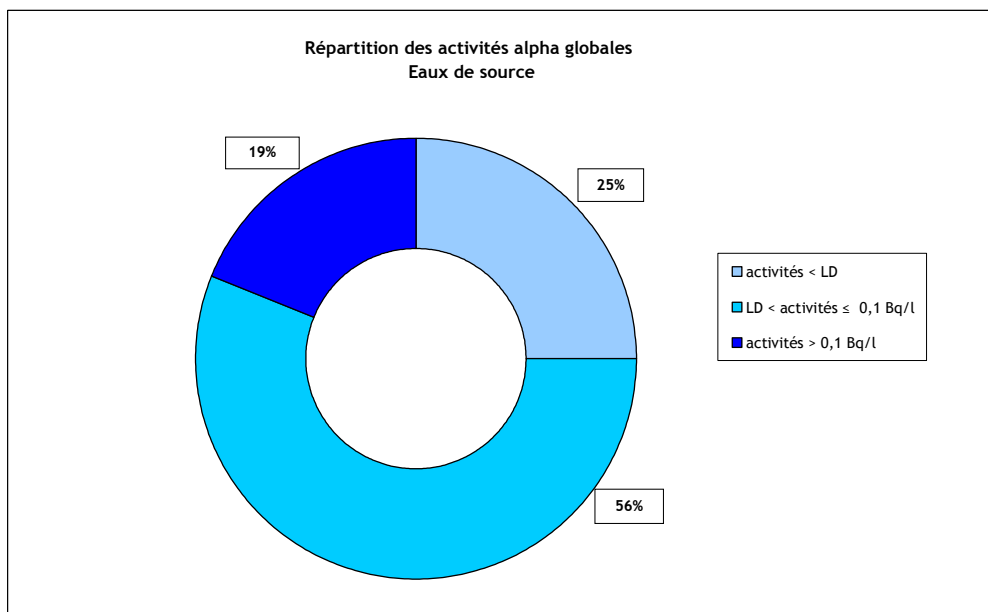


Fig. 6 : Répartition des activités alpha globales pour les eaux de source

Par rapport à la totalité des valeurs mesurées, 14 eaux pour lesquelles l'activité alpha globale dépasse la valeur guide de 0,1 Bq/l représentent 19 % des échantillons d'eau de source.

Parmi les 14 eaux de source présentant des activités alpha globales supérieures à 0,1 Bq/l, une eau présente sur son étiquette une mention indiquant qu'elle convient pour l'alimentation des nourrissons ; il s'agit de l'eau de source référencée S62.

Au vu des résultats des analyses menées, l'échantillon d'eau de source référencée S62 analysé ne respecte pas la limite de qualité de l'activité d'alpha globale fixée par l'arrêté du 14 mars 2007 modifié définissant les conditions permettant de faire figurer la mention « convient pour la préparation des aliments des nourrissons » sur l'étiquetage de la bouteille.

4.1.4 MESURE DE LA CONCENTRATION EN URANIUM

La mesure de la concentration en uranium des eaux de source n'a montré aucune valeur dépassant la valeur guide provisoire de 30 µg/l fixée par l'OMS (Fig. 7). A noter que la moitié des eaux de source (37 eaux, soit 49 %) présente des concentrations inférieures à la limite de quantification (0,10 µg/l) et la concentration la plus élevée est de 5,8 µg/l pour l'eau de source référencée S09B.

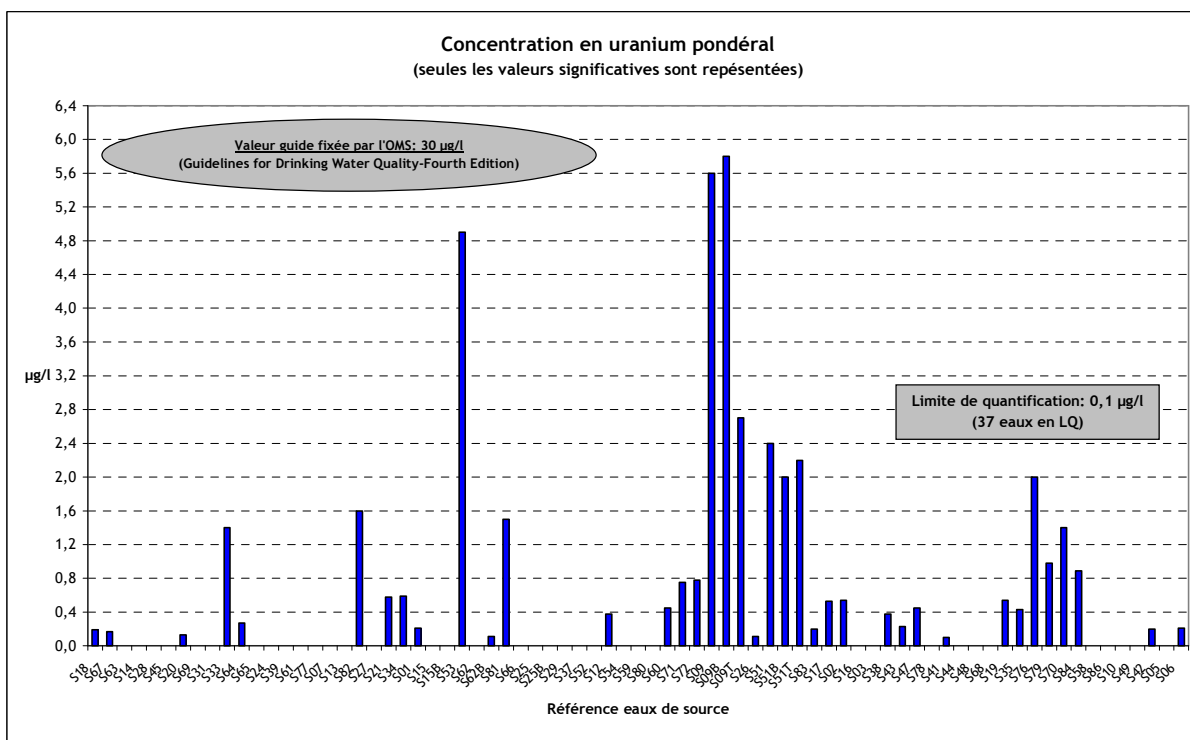


Fig. 7 : Représentation graphique de la concentration en uranium des eaux de source

4.2 RESULTATS DES ANALYSES SYSTEMATIQUES POUR LES EAUX MINERALES NATURELLES

4.2.1 TRITIUM

Huit eaux minérales naturelles présentent des activités significatives (supérieures à la limite de détection) en tritium. Ces activités sont très faibles, la valeur maximale mesurée est de 7 Bq/l, et elles sont bien inférieures à la valeur de 100 Bq/l, comme le montre le tableau suivant :

| N° IRSN | Activité en tritium (Bq/l) | Incertitude (*) (%) | N° IRSN | Activité en tritium (Bq/l) | Incertitude (*) (%) |
|---------|----------------------------|---------------------|---------|----------------------------|---------------------|
| M70 | 7,0 | 34 | M42 | 2,7 | 87 |
| M61 | 4,0 | 58 | M43 | 3,5 | 67 |
| M18 | 4,5 | 52 | M13 | 4,4 | 52 |
| M28 | 3,8 | 62 | M73 | 3,0 | 98 |

(*) Les incertitudes sont calculées avec un facteur d'élargissement k pris égal à 2.

Tab. 8 : Activités significatives mesurées en tritium dans les eaux minérales naturelles

4.2.2 ACTIVITE BETA GLOBALE

Dix-huit eaux minérales naturelles présentent des activités bêta globales supérieures ou égales à 1 Bq/l. Cependant, lorsqu'on calcule l'activité bêta globale résiduelle, c'est-à-dire après soustraction de la contribution du potassium naturel, aucune d'entre elles n'est supérieure à la valeur de 1 Bq/l, comme illustré par la figure 8 :

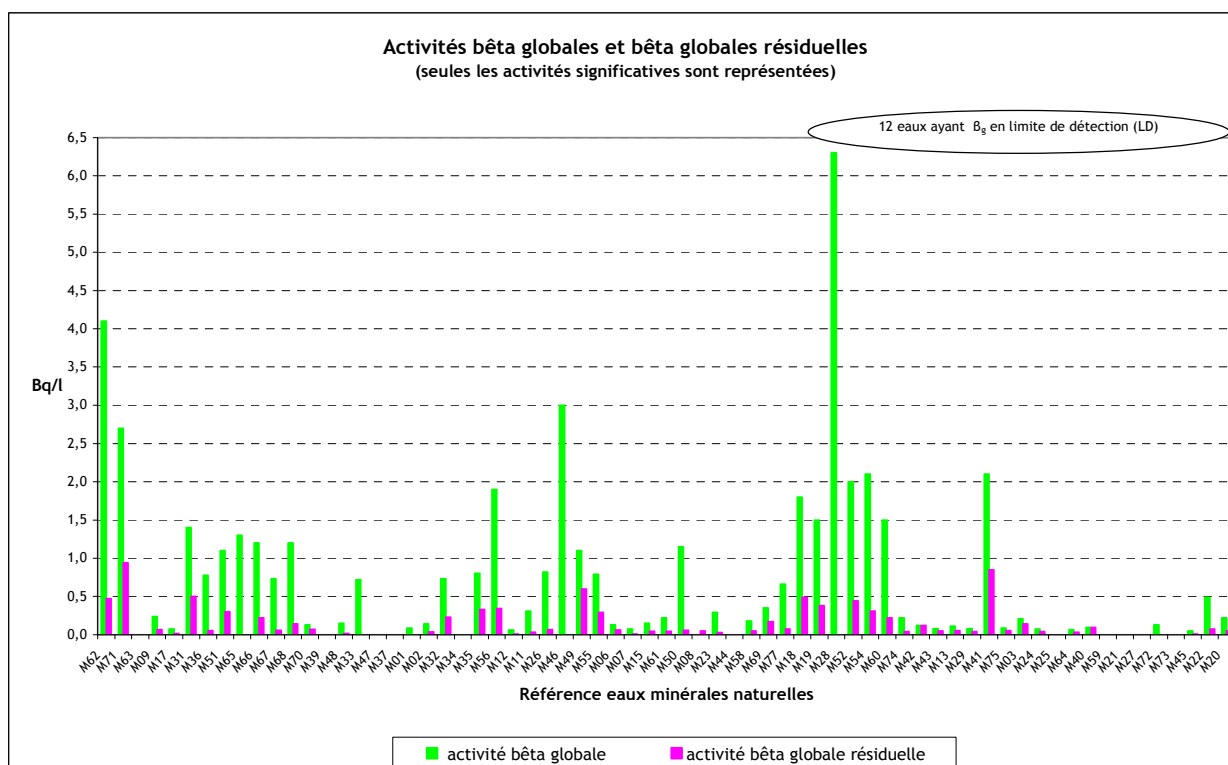


Fig. 8 : Comparaison entre les valeurs des activités bêta globales et bêta globales résiduelles pour les eaux minérales naturelles

La valeur d'activité bêta globale la plus élevée est de 6,3 Bq/l pour l'échantillon d'eau minérale naturelle M28. La teneur en potassium de cette eau étant de 190 mg/l, la valeur d'activité bêta globale résiduelle est estimée à 1,0 Bq/l. Les analyses complémentaires ne sont donc pas nécessaires.

4.2.3 ACTIVITE ALPHA GLOBALE

Vingt eaux minérales naturelles présentent des activités alpha globales supérieures à la valeur de 0,1 Bq/l. Des analyses complémentaires sont nécessaires pour identifier les radionucléides à l'origine de l'activité mesurée. L'activité maximale mesurée est de 1,3 Bq/l pour l'échantillon M71.

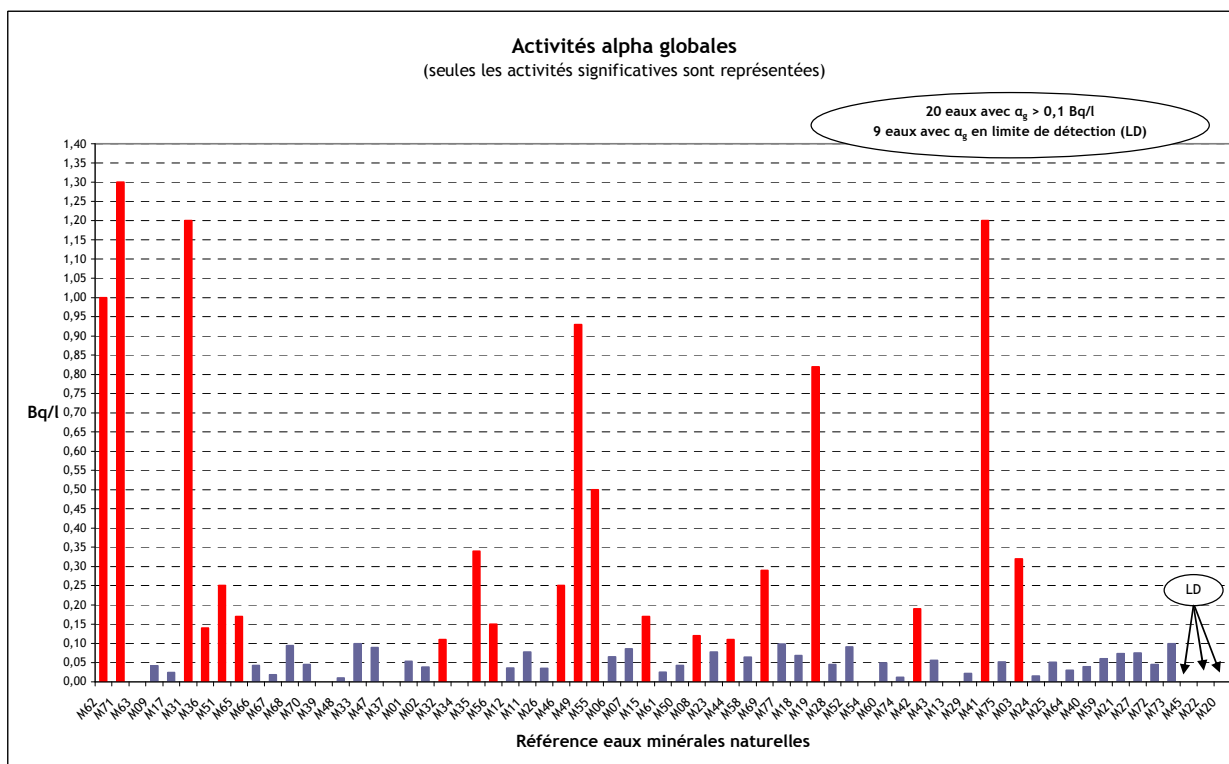


Fig. 9 : Activités alpha globales pour les eaux minérales naturelles

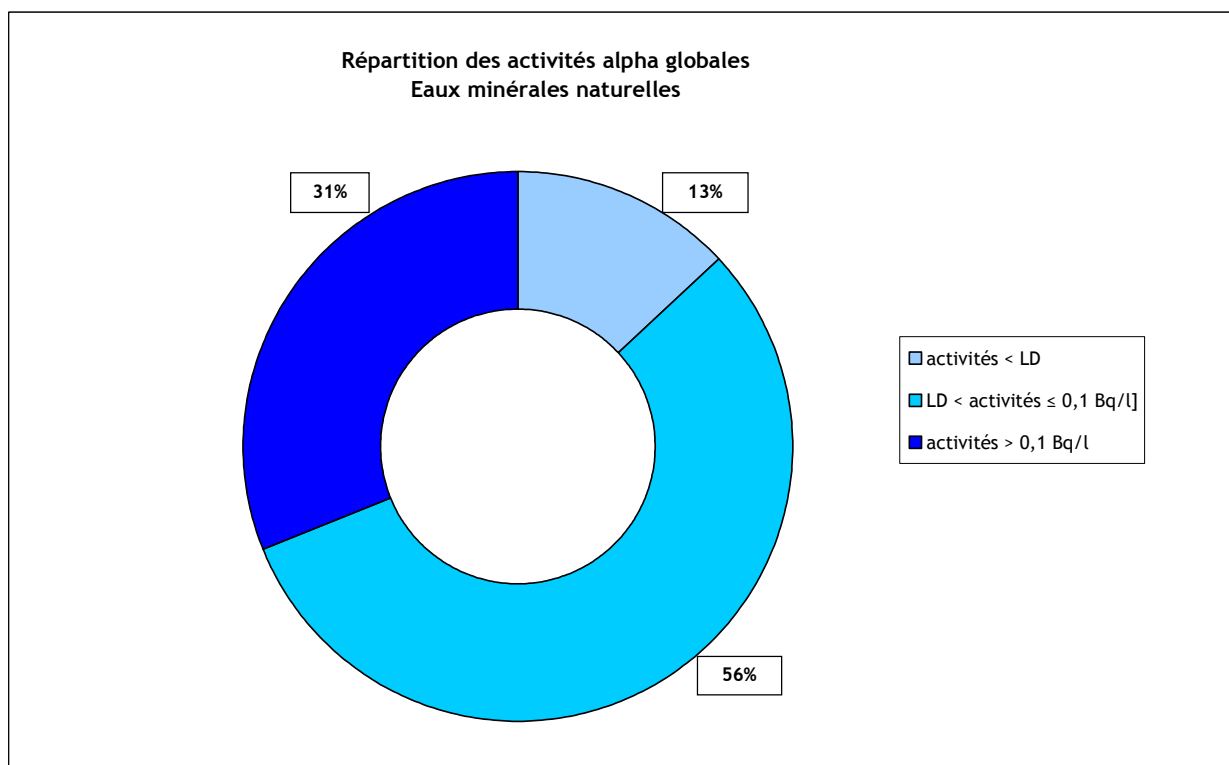


Fig. 10 : Répartition des activités alpha globales pour les eaux minérales naturelles

Quarante-sept eaux minérales naturelles (69% de toutes les eaux minérales naturelles analysées) présentent des activités alpha globales non significatives ou inférieures à la valeur de 0,1 Bq/l. Par rapport à la totalité des valeurs mesurées, 20 eaux pour lesquelles l'activité alpha globale dépasse la valeur de 0,1 Bq/l représentent 31% des échantillons d'eau minérale naturelle analysés.

Parmi les 20 échantillons d'eaux minérales naturelles analysés présentant des activités alpha globales supérieures à 0,1 Bq/l, trois d'entre elles présentent sur leur étiquette une mention indiquant qu'elle convient pour l'alimentation des nourrissons ou la préparation des biberons ; il s'agit des eaux référencées M15, M42 et, M03.

Concernant l'eau M03, l'ARS Rhône-Alpes a indiqué à l'IRSN que, suite à la mise en exploitation d'un nouveau forage et à l'obtention en 2012 d'une nouvelle autorisation administrative d'exploiter et de conditionner l'eau minérale naturelle, l'étiquette de la bouteille ne comportait plus la mention « convient pour l'alimentation des nourrissons ».

Au vu des résultats des analyses menées, les deux échantillons d'eaux minérales naturelles référencées M15 et M42 analysés ne respectent pas la limite de qualité de l'activité d'alpha globale fixée par l'arrêté du 14 mars 2007 modifié définissant les conditions permettant de faire figurer la mention « convient pour la préparation des aliments des nourrissons » sur l'étiquetage de la bouteille.

4.2.4 MESURE DE LA CONCENTRATION EN URANIUM

La mesure de la concentration en uranium n'a montré aucune valeur dépassant la valeur guide provisoire de 30 µg/l fixée par l'OMS. A noter que plus d'un tiers des eaux minérales naturelles (26 eaux soient 39 %) présente des concentrations inférieures à la limite de quantification (0,10 µg/l).

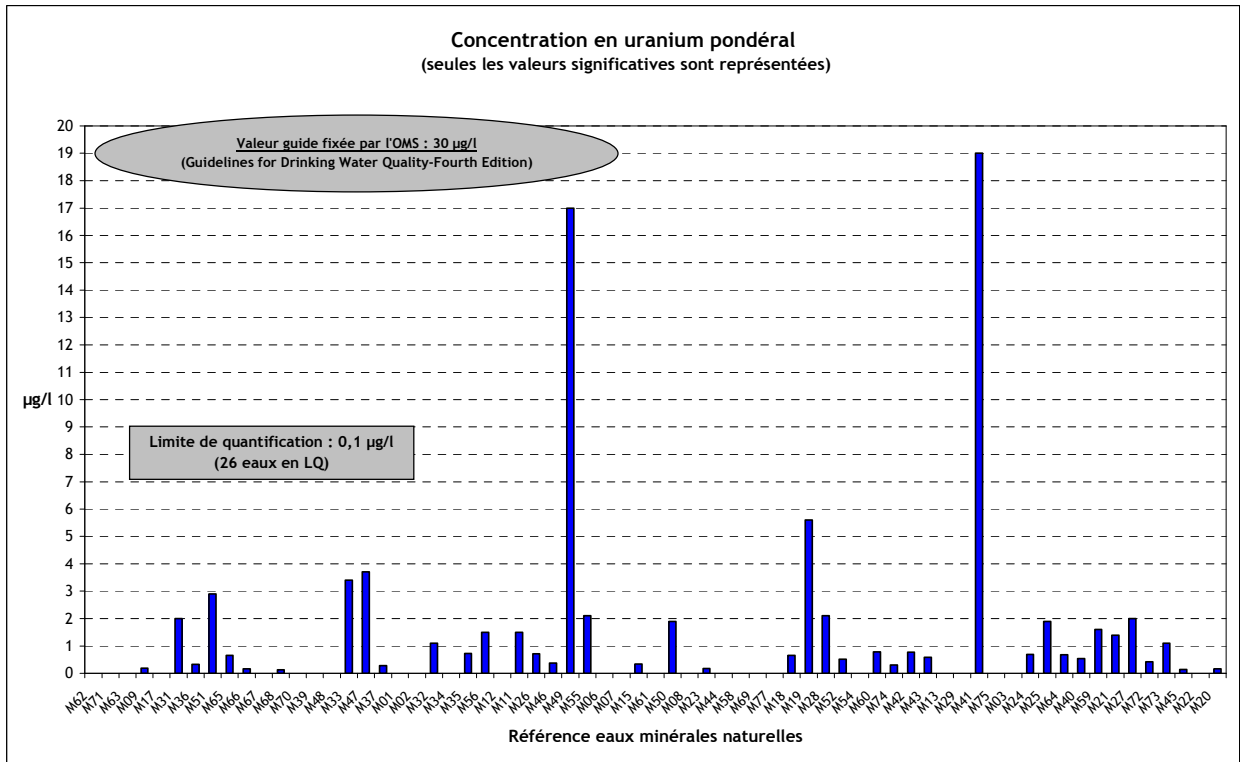


Fig. 11 : Représentation graphique de la concentration en uranium des eaux minérales naturelles

Les deux valeurs les plus élevées sont égales à 17 µg/l et à 19 µg/l et concernent respectivement les eaux M49 et M41.

La première, M49, est une eau gazeuse et la seconde, M41 ne convient pas aux nourrissons et aux jeunes enfants du fait de sa teneur élevée en fluor, comme mentionné sur l'étiquette.

5 MESURES DE RADON 222

Dans le cadre de cette étude, quelques eaux conditionnées dans des bouteilles en verre ont fait l'objet d'une mesure de radon 222. En effet, le radon étant un gaz volatil, seul un conditionnement hermétique tel que le verre permet de contribuer à son maintien dans l'échantillon d'eau lors des étapes de stockage et de transport.

Les résultats, exprimés à la date de mesure, sont synthétisés dans le tableau 9 :

| N° IRSN | Radon 222 Bq/l | Incertitude % (*) |
|---------|-------------------|----------------------|
| M70 | < 3,8 | / |
| M02 | < 4,5 | / |
| M55 | < 4,8 | / |
| S66 | 5,9 | 23 |
| M19 | < 3,1 | / |

(*) Les incertitudes sont calculées avec un facteur d'élargissement $k=2$.

Tab. 9 : Résultats des mesures de radon 222

Une valeur significative a été mesurée dans l'eau de source S66. Elle est à mettre en regard de la valeur de référence de la recommandation 2001/928/Euratom fixée à 100 Bq/l pour les eaux potables, valeur reprise dans la directive européenne en cours de publication.

6 RESULTATS DES ANALYSES COMPLEMENTAIRES

Par analogie avec la démarche prévue dans la circulaire DGS du 13 juin 2007 [9], les échantillons d'eaux analysés présentant des activités alpha globale supérieures à 0,1 Bq/l ont fait l'objet d'analyses complémentaires des radionucléides naturels (isotopes du radium, de l'uranium, plomb 210 et polonium 210).

6.1 ORIGINE GEOGRAPHIQUE DES EAUX FRANÇAISES AYANT NECESSITE DES ANALYSES COMPLEMENTAIRES

Les 13 eaux de source et les 20 eaux minérales naturelles françaises ayant nécessité des analyses complémentaires sont réparties sur le territoire métropolitain. Les départements du Nord, du Haut-Rhin, de la Loire, de l'Ardèche, de l'Hérault et de Loiret se détachent. Ceci s'explique en partie par le nombre important de ressources d'eaux embouteillées exploitées sur ces territoires.

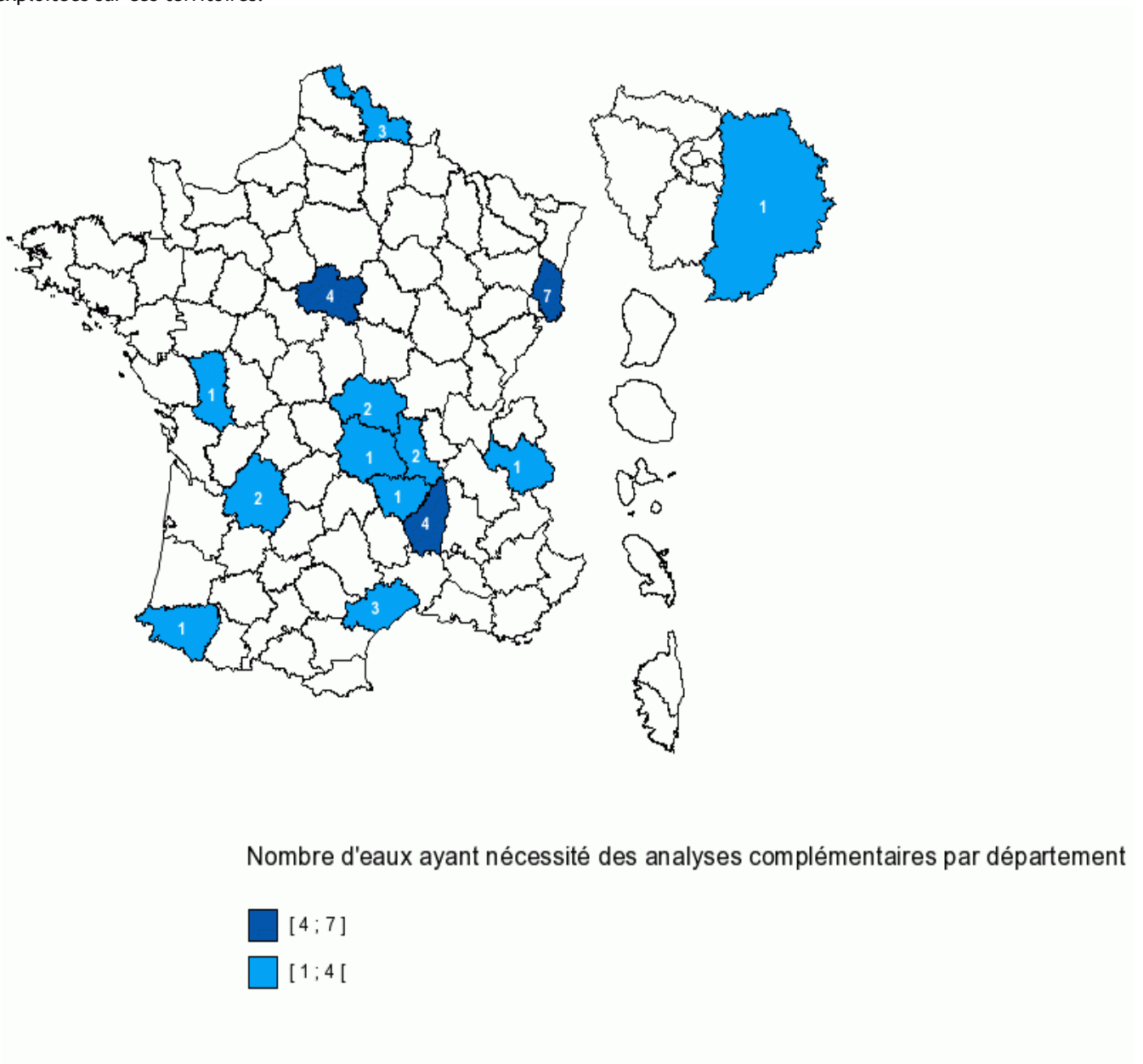


Fig. 12 : Carte d'origine des eaux de source et des eaux minérales naturelles françaises ayant fait l'objet d'analyses complémentaires (© Groupe ARTICQUE - 2013)

6.2 RESULTATS DES ANALYSES COMPLEMENTAIRES POUR LES EAUX DE SOURCE

Sur les 75 eaux de sources analysées, 13 ont fait l'objet d'analyses complémentaires, suite à un dépassement de la valeur de 0,1 Bq/l pour l'activité alpha globale (Tab. 10). L'eau référencée S81 n'a pas pu être analysée, car elle n'est plus utilisée pour le conditionnement d'eau de source depuis avril 2012.

| N° IRSN | Département | N° IRSN | Département |
|---------|-------------|---------|-------------|
| S31 | 24 | S09T | 68 |
| S33 | 24 | S51 | 68 |
| S01 | 45 | S51B | 68 |
| S62 | 45 | S51T | 68 |
| S62B | 45 | S16 | 77 |
| S09 | 68 | S47 | 79 |
| S09B | 68 | | |

Tab.10: Eaux de source ayant fait l'objet d'analyses complémentaires

6.2.1 SYNTHESE DES RADIONUCLIDES MESURES DANS LES EAUX DE SOURCE

La figure 13 illustre la fréquence d'occurrence de la présence d'activité significative des radionucléides mesurés dans les 13 eaux de source analysées.

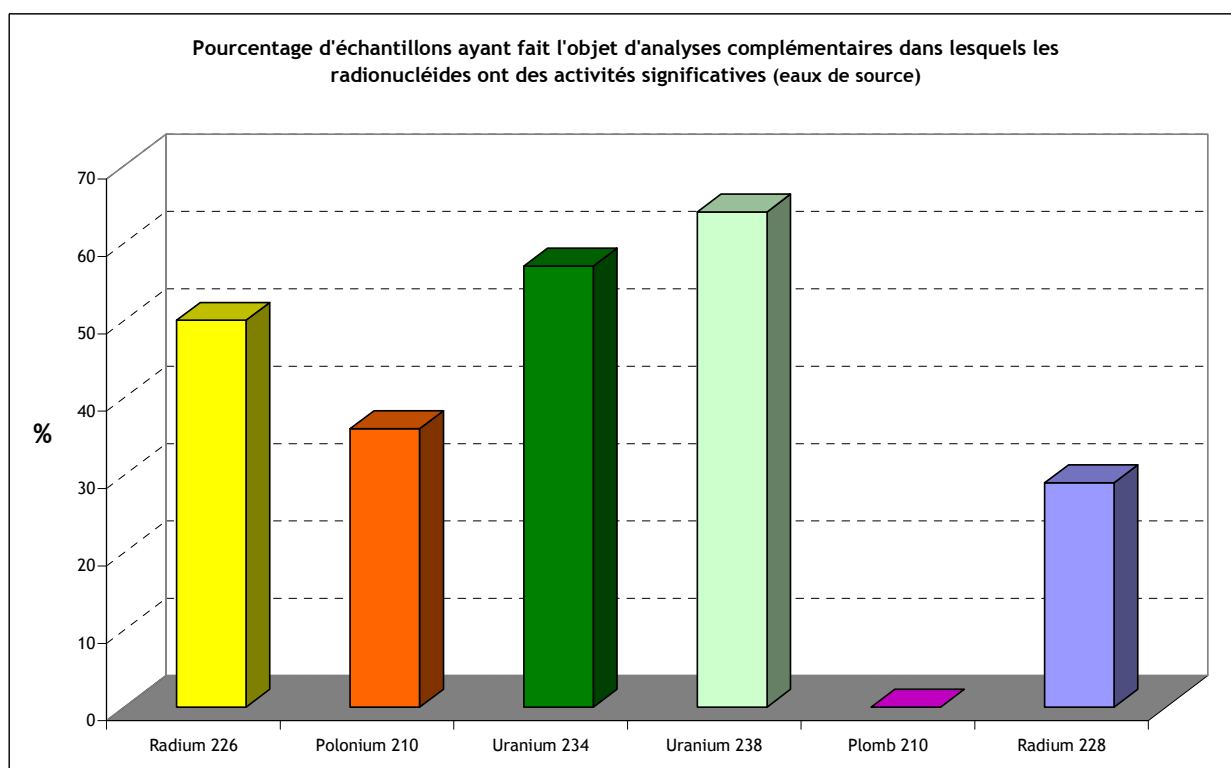


Fig. 13 : Proportion des radionucléides dans les 13 eaux de source ayant fait l'objet d'analyses complémentaires

Pour les eaux de source analysées, les isotopes 234 et 238 de l'uranium sont les radionucléides les plus fréquemment rencontrés suivis du radium 226, du polonium 210 et du radium 228. Toutes les activités de radionucléides mesurées sont inférieures aux CDR correspondantes.

6.2.2 ISOTOPES DE L'URANIUM

Dix eaux de source présentent des activités en uranium 234 significatives et 9 présentent des activités significatives en uranium 238. L'activité maximale mesurée est de 0,28 Bq/l en uranium 234 et de 0,072 Bq/l en uranium 238 pour l'eau de source référencée S09B. Toutes ces valeurs sont inférieures aux CDR respectivement de 2,8 Bq/l pour l'uranium 234 et 3,0 Bq/l pour l'uranium 238.

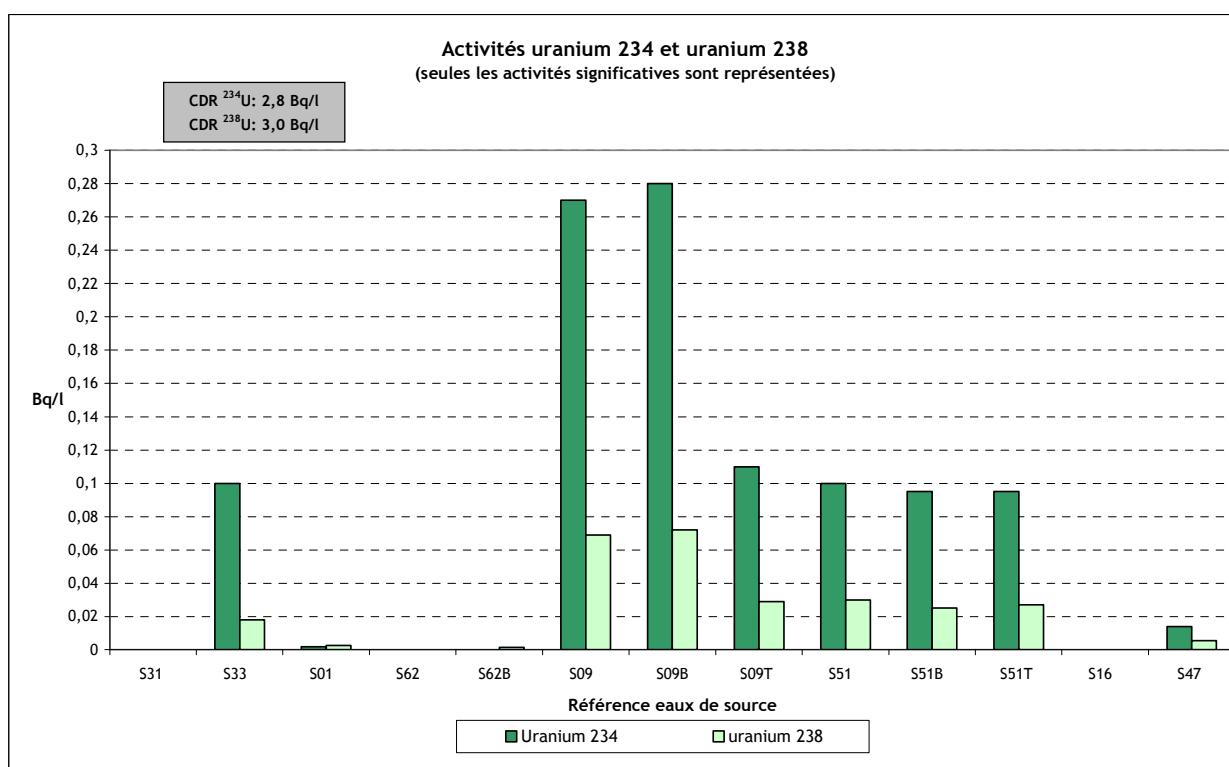


Fig. 14 : Activités en uranium 234 et en uranium 238 des eaux de source ayant fait l'objet d'analyses complémentaires

Les activités isotopiques de l'uranium naturel dans les eaux montrent que les isotopes 234 et 238 sont rarement en équilibre. On remarque la plupart du temps un déséquilibre entre les deux isotopes en faveur de l'uranium 234. C'est le cas pour la quasi-totalité des eaux de source : lorsque les activités mesurées sont significatives pour les 2 isotopes, le rapport $^{234}\text{U} / ^{238}\text{U}$ est dans 8 cas sur 9 très supérieur à 1 et de l'ordre de 4.

6.2.3 RADIUM 226

Six eaux de source présentent des activités en radium 226 significatives (Tab. 11). L'activité maximale mesurée est de 0,3 Bq/l pour l'eau de source référencée S01. Toutes ces valeurs sont inférieures à la CDR de 0,5 Bq/l pour le radium 226.

| N ° IRSN | Radium 226 Bq/l | Incertitude (*) % |
|----------|--------------------|----------------------|
| S31 | 0,18 | 54 |
| S01 | 0,30 | 22 |
| S62 | 0,042 | 26 |
| S62B | 0,046 | 26 |
| S16 | 0,031 | 44 |
| S47 | 0,036 | 27 |

(*) Les incertitudes sont calculées avec un facteur d'élargissement k=2.

Tab.11: Activités en radium 226 des eaux de source ayant fait l'objet d'analyses complémentaires

6.2.4 AUTRES RADIONUCLEIDES RECHERCHES

Les autres radionucléides recherchés dans ces 13 eaux de source sont le polonium 210, le plomb 210 et le radium 228.

Pour le polonium 210, 5 eaux présentent des traces de ce radionucléide à des activités de l'ordre de 0,005 Bq/l. Pour mémoire, la CDR correspondante est égale à 0,11 Bq/l.

Aucune valeur significative en plomb 210 n'a été mesurée dans ces eaux.

Quatre eaux de source présentent des activités significatives en radium 228 dont une à une valeur de 0,13 Bq/l pour l'eau de source S31. La CDR correspondante est égale à 0,2 Bq/l.

Les valeurs mesurées sont reprises dans le tableau 12 :

| N ° IRSN | Radium 228 Bq/l | Incertitude % (*) |
|----------|--------------------|----------------------|
| S31 | 0,13 | 17 |
| S33 | 0,059 | 28 |
| S51T | 0,022 | 54 |
| S16 | 0,054 | 28 |

(*) Les incertitudes sont calculées avec un facteur d'élargissement k=2.

Tab. 12 : Résultats des mesures de radium 228 des eaux de source ayant fait l'objet d'analyses complémentaires

6.3 RESULTATS DES ANALYSES COMPLEMENTAIRES POUR LES EAUX MINERALES NATURELLES

Sur les 67 eaux minérales naturelles analysées, 20 (cf. Tab. 13) ont fait l'objet d'analyses complémentaires, suite à un dépassement de la valeur de 0,1 Bq/l pour l'activité alpha globale.

| N° IRSN | Département | N° IRSN | Département |
|---------|-------------|---------|-------------|
| M62 | 03 | M49 | 42 |
| M71 | 03 | M55 | 43 |
| M31 | 07 | M15 | 45 |
| M36 | 07 | M08 | 59 |
| M51 | 07 | M44 | 59 |
| M65 | 07 | M69 | 59 |
| M32 | 34 | M19 | 63 |
| M35 | 34 | M42 | 64 |
| M56 | 34 | M41 | 68 |
| M46 | 42 | M03 | 73 |

Tab. 13: Eaux minérales naturelles ayant fait l'objet d'analyses complémentaires

6.3.1 SYNTHESE DES RADIONUCLEIDES MESURES DANS LES EAUX MINERALES NATURELLES

La figure ci-dessous illustre la fréquence d'occurrence de la présence d'activité significative des radionucléides mesurés dans les 20 eaux minérales naturelles analysées :

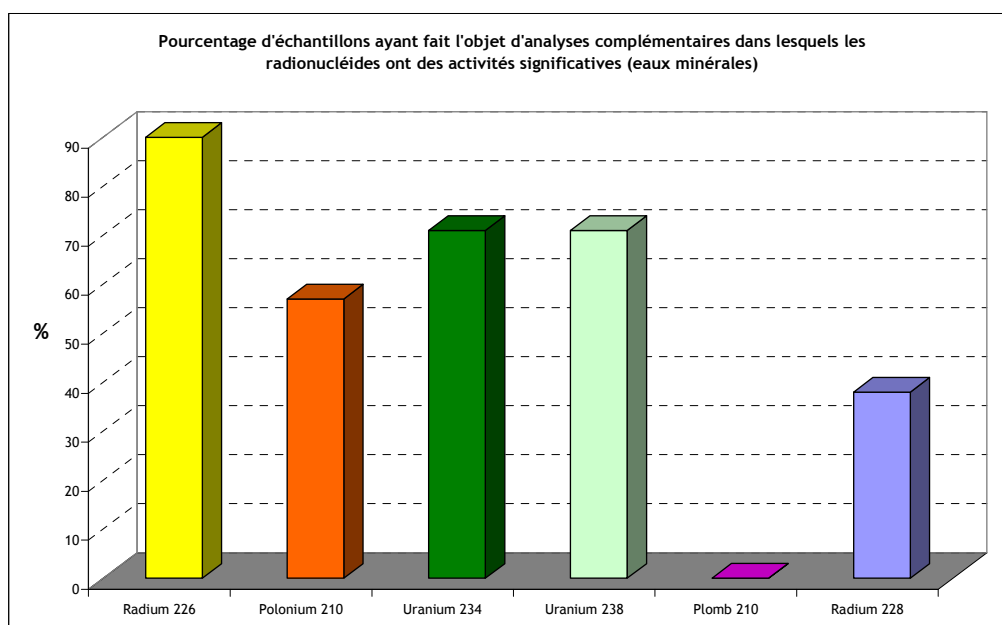


Fig. 15 : Proportion des radionucléides dans les 20 eaux minérales naturelles ayant fait l'objet d'analyses complémentaires

Pour les eaux étudiées, le radium 226 est le radionucléide le plus fréquemment rencontré, suivi des isotopes 234 et 238 de l'uranium puis du polonium 210 et du radium 228.

Pour le radium 226, le polonium 210, le plomb 210 et les isotopes 234 et 238 de l'uranium, toutes les activités de radionucléides mesurées sont inférieures aux CDR correspondantes. En revanche, on relève une eau minérale naturelle avec une activité en radium 228 supérieure à la valeur de la CDR de 0,2 Bq/l : il s'agit de l'eau minérale naturelle M19 pour laquelle la valeur mesurée est de 0,25 Bq/l.

6.3.2 RADIUM 226

L'ensemble de ces 20 eaux minérales naturelles présentent des activités en radium 226 significatives. L'activité maximale mesurée est de 0,45 Bq/l pour l'eau minérale naturelle référencée M31. Toutes ces valeurs sont inférieures à la CDR de 0,5 Bq/l pour le radium 226.

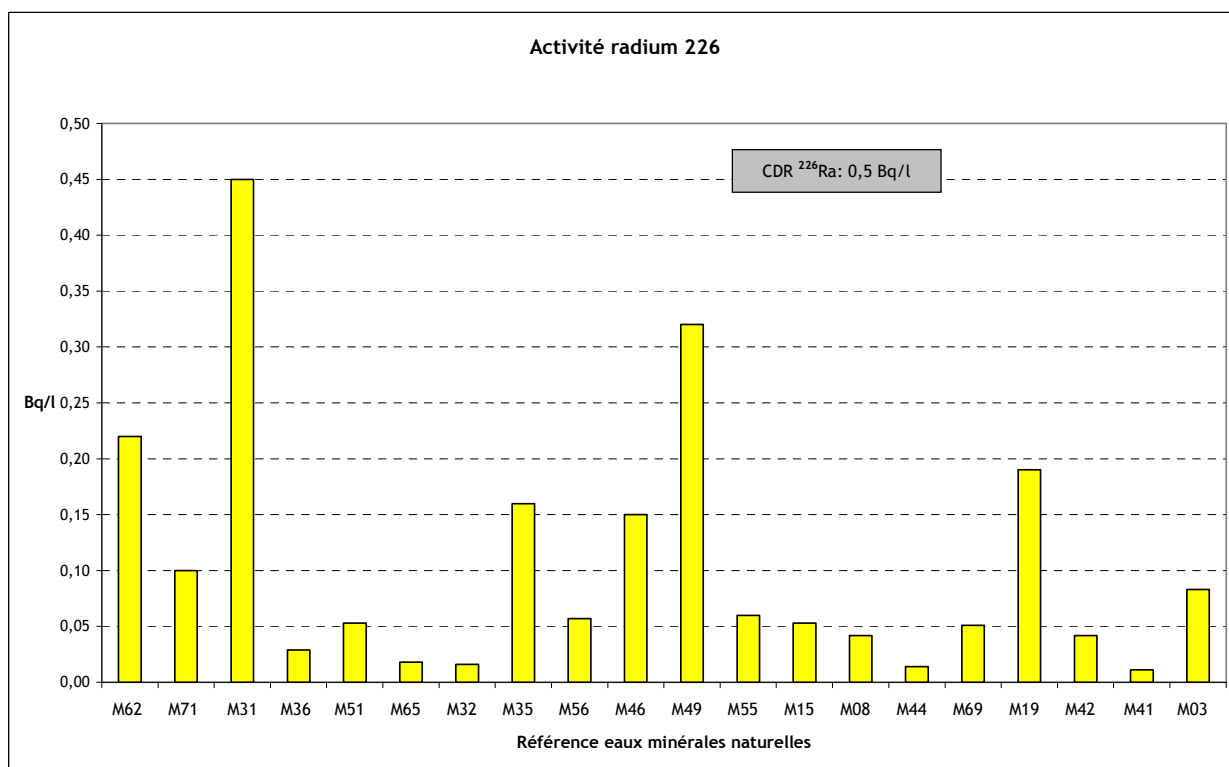


Fig. 16 : Activités en radium 226 des eaux minérales naturelles ayant fait l'objet d'analyses complémentaires

6.3.3 ISOTOPES DE L'URANIUM

Quinze eaux minérales naturelles présentent des activités en uranium 234 et 238 significatives. L'activité maximale mesurée est de 1,0 Bq/l en uranium 234 et de 0,23 Bq/l en uranium 238 pour l'eau minérale naturelle M41. Toutes ces valeurs sont inférieures aux CDR respectivement de 2,8 Bq/l pour l'uranium 234 et 3,0 Bq/l pour l'uranium 238.

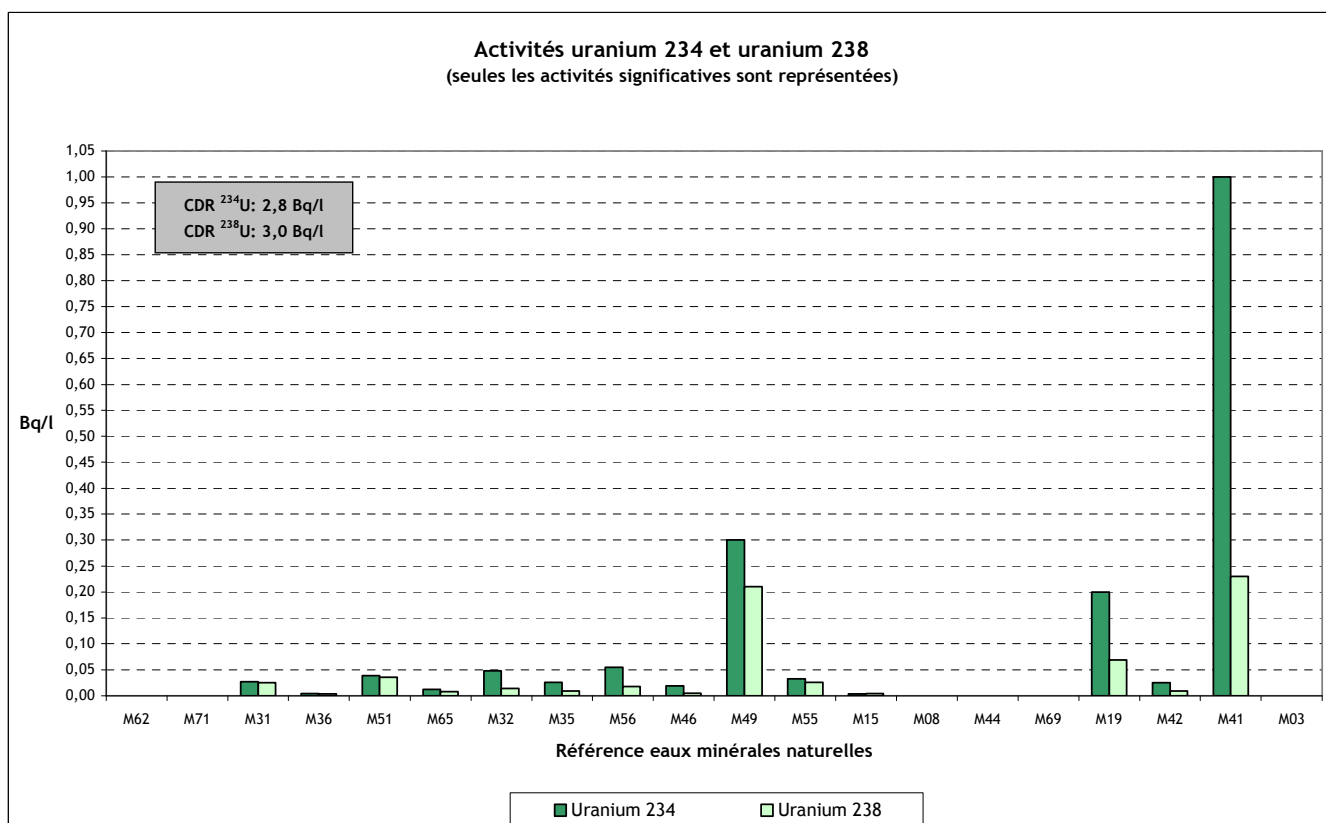


Fig. 17 : Activités en uranium 234 et en uranium 238 des eaux minérales naturelles ayant fait l'objet d'analyses complémentaires

Les activités isotopiques de l'uranium naturel montrent que les isotopes 234 et 238 sont rarement en équilibre. On observe la plupart du temps un déséquilibre entre les deux isotopes en faveur de l'uranium 234. C'est le cas pour la moitié des eaux minérales naturelles : lorsque les activités mesurées sont significatives pour les 2 isotopes, le rapport $^{234}\text{U} / ^{238}\text{U}$ est dans 10 cas sur 15 très supérieur à 1 et de l'ordre de 2,8. Cette tendance est moins prononcée que celle observée pour les eaux de source.

6.3.4 AUTRES RADIONUCLÉIDES RECHERCHES

Les autres radionucléides recherchés dans ces 20 eaux minérales naturelles sont le polonium 210, le plomb 210 et le radium 228.

Pour le polonium 210, 10 eaux présentent des traces de ce radionucléide à des activités de l'ordre de 0,005 Bq/l et 2 eaux présentent des valeurs respectivement de 0,014 Bq/l et 0,025 Bq/l. Pour mémoire, la CDR correspondante est égale à 0,11 Bq/l.

Une valeur significative en plomb 210 a été mesurée dans ces eaux : elle est égale à 0,062 Bq/l pour l'eau référencée M31.

Huit eaux minérales naturelles présentent des activités significatives en radium 228 dont une à la valeur de 0,25 Bq/l, supérieure à la CDR correspondante (0,2 Bq/l). Il s'agit de l'eau référencée M19. Les valeurs mesurées sont reprises dans le tableau 14 :

| N° IRSN | Radium 228 Bq/l | Incertitude % (*) |
|---------|--------------------|----------------------|
| M62 | 0,15 | 19 |
| M71 | 0,046 | 43 |
| M31 | 0,122 | 20 |
| M36 | 0,043 | 35 |
| M35 | 0,039 | 33 |
| M46 | 0,17 | 17 |
| M19 | 0,25 | 13 |
| M41 | 0,19 | 16 |

(*) Les incertitudes sont calculées avec un facteur d'élargissement $k=2$

Tab. 14 : Résultats des mesures de radium 228 des eaux minérales naturelles ayant fait l'objet d'analyses complémentaires

L'étiquette de l'eau minérale naturelle M19 mentionne qu'elle ne convient pas aux nourrissons et aux jeunes enfants du fait de sa teneur élevée en fluor.

7 CALCUL DE DOSES ET INTERPRETATION DES RESULTATS POUR LES EAUX AYANT FAIT L'OBJET D'ANALYSES COMPLEMENTAIRES

7.1.1 ESTIMATION DES DTI DES EAUX DE SOURCE

Les DTI des 13 eaux de source ayant fait l'objet d'analyses complémentaires, calculées sur la base des résultats obtenus, sont présentées sur la figure 18.

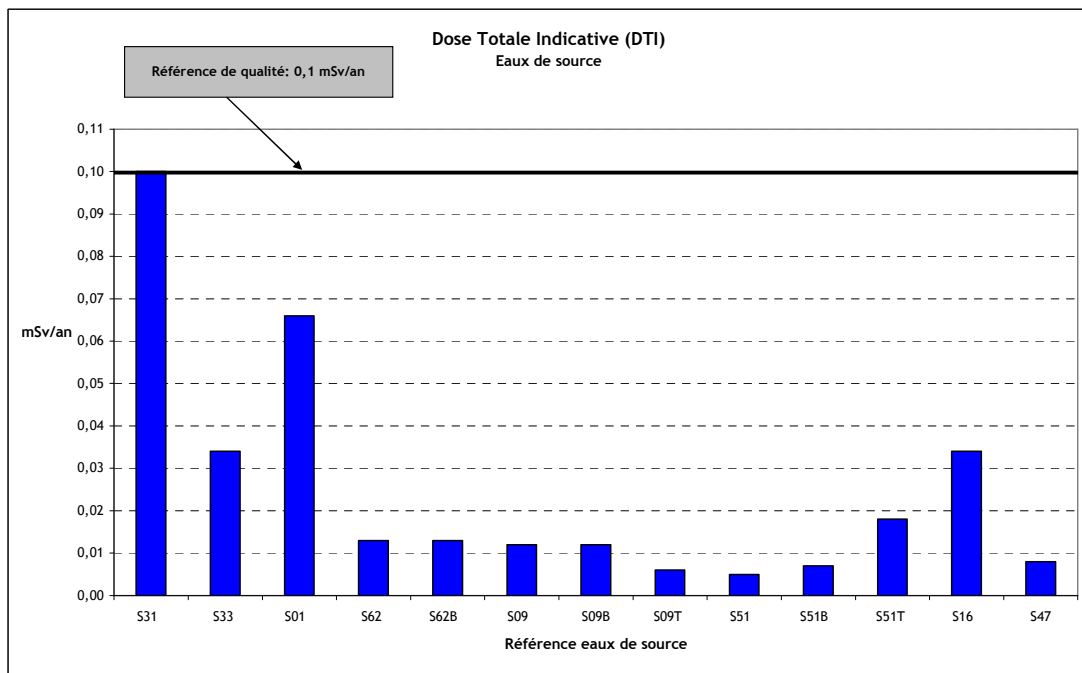


Fig. 18 : DTI obtenues pour les 13 eaux de source ayant fait l'objet d'analyses complémentaires

L'eau de source S31 présente la DTI la plus élevée des eaux de source, avec une valeur égale à 0,1 mSv/an. La contribution des différents radionucléides présents dans cette eau à cette valeur de DTI peut être représentée comme suit :

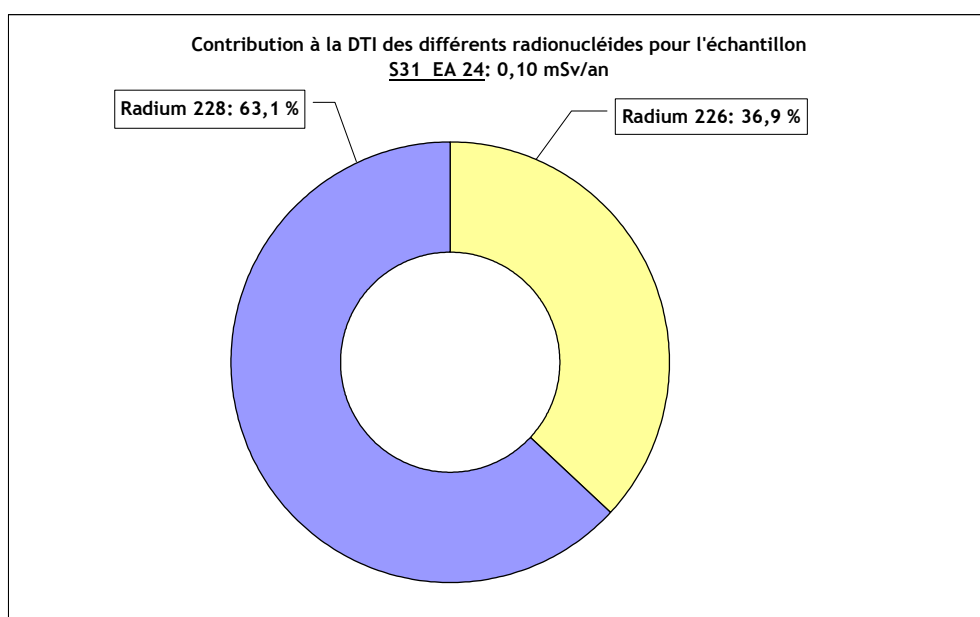


Fig. 19 : Représentation graphique de la DTI de l'eau de source S31

La figure 20 met en évidence la contribution des différents radionucléides à la DTI pour toutes les eaux de source ayant fait l'objet d'analyses détaillées :

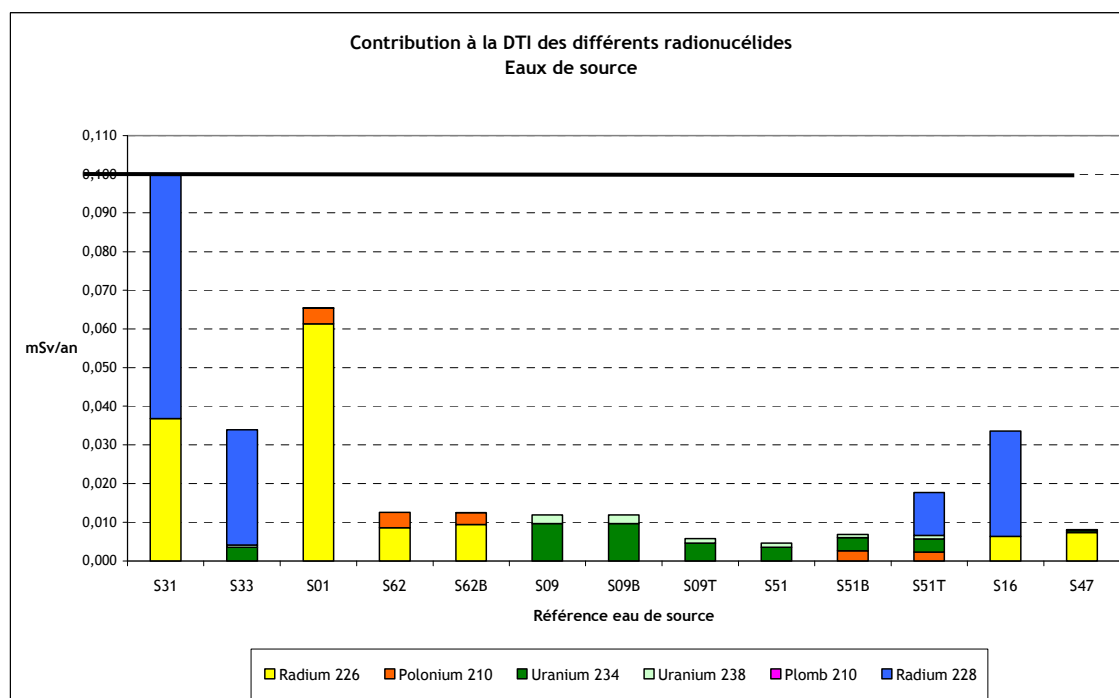


Fig. 20 : contribution à la DTI des divers radionucléides pour les 13 eaux de source ayant fait l'objet d'analyses complémentaires

Les analyses complémentaires ont montré que le radium 226 et le radium 228 sont les principaux contributeurs à la DTI.

Parmi les DTI calculées pour les 13 échantillons d'eaux de source ayant fait l'objet d'analyses complémentaires, la valeur la plus élevée est égale à 0,1 mSv/an (échantillon S31), référence de qualité pour la DTI dans les eaux de source.

7.1.2 ESTIMATION DES DTI DES EAUX MINÉRALES NATURELLES

Les DTI des 20 eaux minérales naturelles, calculées sur la base des résultats obtenus, sont présentées sur la figure 21, où sont symbolisées en rouge les valeurs supérieures à la valeur de 0,1 mSv/an.

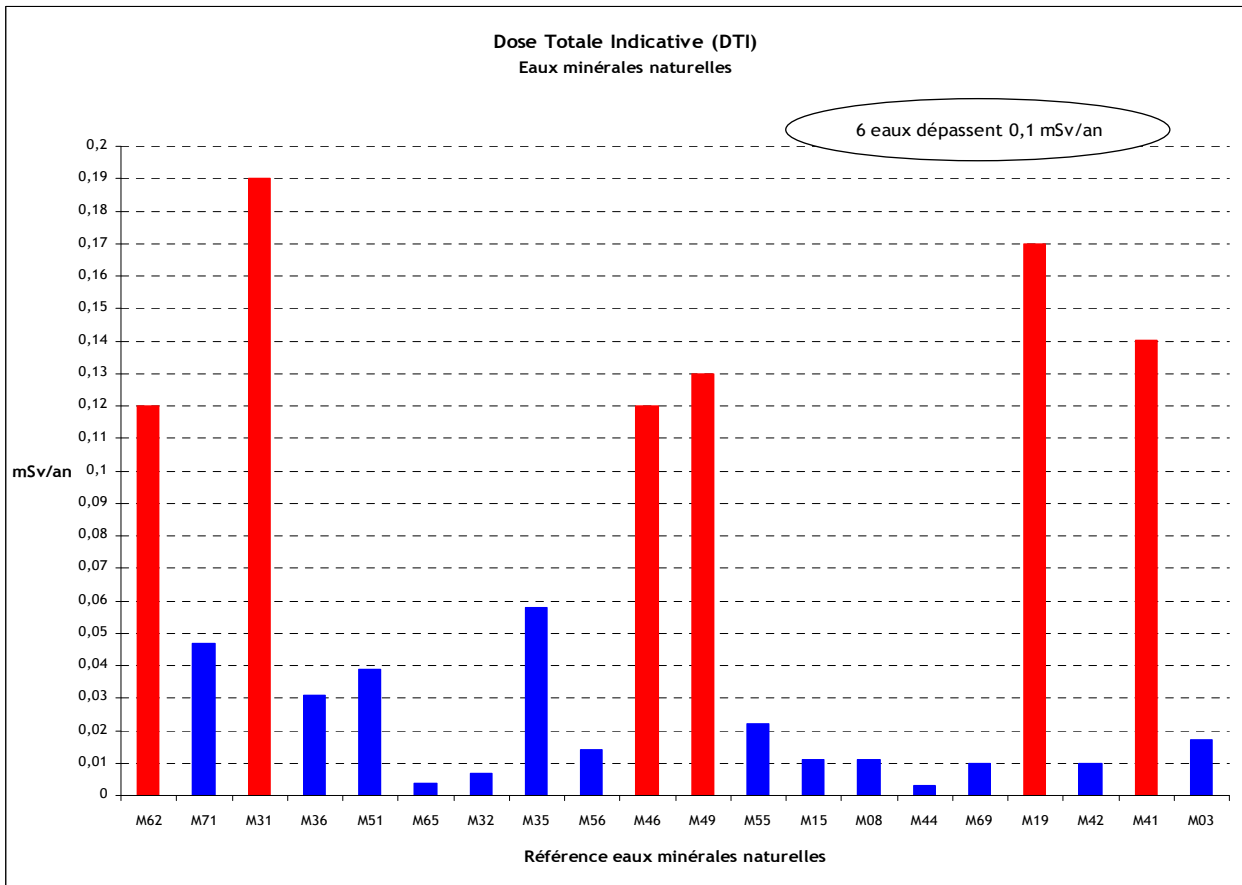


Fig. 21 : DTI obtenues pour les 20 eaux minérales naturelles ayant fait l'objet d'analyses complémentaires

Parmi les 20 eaux minérales naturelles ayant fait l'objet d'analyses complémentaires, 6 eaux présentent une DTI supérieure à 0,1 mSv/an.

La valeur la plus élevée est de 0,19 mSv/an et concerne la ressource M31. La contribution des différents radionucléides présents dans cette eau peut être représentée comme suit :

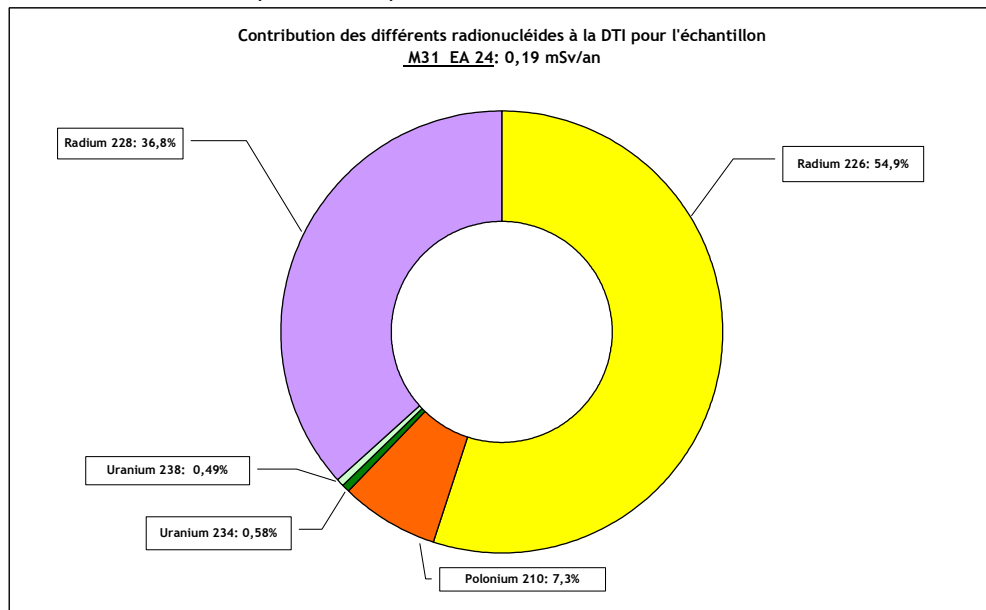


Fig. 22 : Représentation de la DTI pour l'eau minérale naturelle M31

La figure 23 met en évidence la contribution des différents radionucléides à la DTI pour les 20 eaux minérales naturelles ayant fait l'objet d'analyses détaillées :

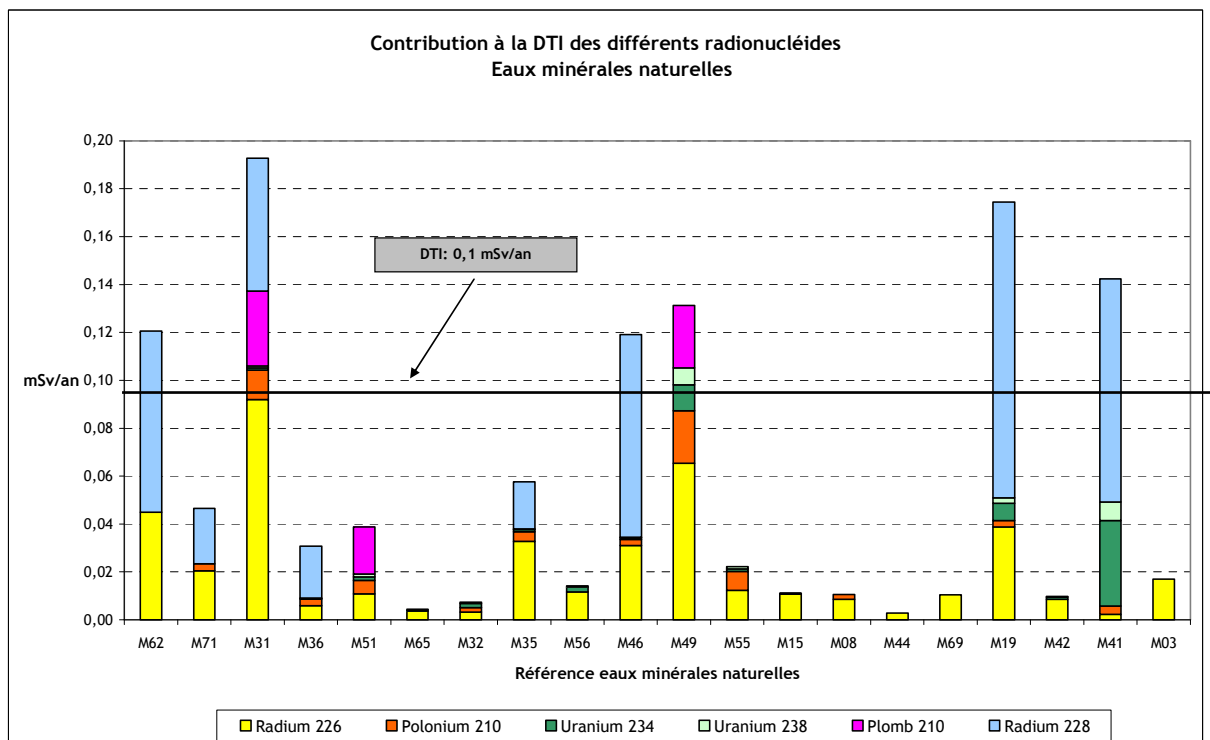


Fig. 23: Contribution à la DTI des divers radionucléides pour les eaux minérales naturelles ayant fait l'objet d'analyses complémentaires

Les analyses complémentaires ont montré que le radium 226 et le radium 228 sont les principaux contributeurs à la DTI.

Sur les 20 DTI calculées, les DTI de 6 eaux minérales naturelles dépassent 0,1 mSv/an, soit 30 % des eaux minérales naturelles ayant nécessité des analyses complémentaires. Rapporté à l'ensemble des prélèvements d'eau minérale naturelle reçus pour analyse, ces échantillons représentent 9 % du nombre total d'échantillons analysés.

La valeur de DTI la plus élevée est de 0,19 mSv/an.

Les 6 eaux possédant une DTI supérieure à 0,1 mSv/an sont référencées : M62, M31, M46, M49, M19, M41.

Néanmoins, aucune eau minérale naturelle conditionnée produite en France ne possède une DTI dépassant 0,3 mSv/an. A noter que dans le cas des eaux destinées à la consommation humaine hors eaux conditionnées, en deçà de cette valeur, la réglementation ne recommande pas nécessairement d'action correctrice, sauf si des solutions simples, techniquement et économiquement raisonnables existent et aucune restriction d'usage n'est conseillée pour les populations sensibles¹⁷.

Les 6 eaux minérales naturelles dont la DTI dépasse 0,1 mSv/an sont toutes des eaux gazeuses, ce qui signifie qu'elles ne doivent pas être utilisées pour l'alimentation des nourrissons, à l'exception de l'eau M41. Par ailleurs, les eaux M46, M19 et M41 sont déconseillées pour les jeunes enfants du fait de leur teneur élevée en fluor.

¹⁷ Circulaire DGS/EA4/2007/232 du 13 juin 2007.

7.1.3 INTERPRETATION

Le scénario de calcul de DTI retenu par l'OMS considère une consommation d'eau de 2 litres par jour pour un adulte.

D'après l'étude individuelle nationale sur les consommations alimentaires (INCA 2¹⁸) réalisée en 2006 et 2007 par l'ANSES, en France, ce scénario est considéré comme conservatif pour l'évaluation des risques sanitaires chroniques étant donné qu'un adulte français consomme en moyenne 1,15 litre d'eau par jour soit 420 litres par an. Parmi les différents types d'eau consommés, les eaux de source représentent en moyenne environ 70 litres par an (soit 0,2 litre par jour) et les eaux minérales naturelles environ 95 litres par an (soit 0,3 litres par jour).

Pour les 6 eaux minérales naturelles présentant des DTI supérieures à 0,1 mSv/an, on peut calculer le volume consommé induisant une dose par ingestion égale à 0,1 mSv/an. Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau 15 :

| N° IRSN | DTI calculée pour l'ingestion de 730 litres par an | Volume annuel en litre correspondant à une dose par ingestion de 0,1 mSv/an | Volume quotidien en litre correspondant à une dose par ingestion de 0,1 mSv/an |
|---------|--|---|--|
| M62 | 0,12 | 608 | 1,7 |
| M31 | 0,19 | 384 | 1,1 |
| M46 | 0,12 | 608 | 1,7 |
| M49 | 0,13 | 562 | 1,5 |
| M19 | 0,17 | 429 | 1,2 |
| M41 | 0,14 | 521 | 1,4 |

Tab. 15 : Evaluation des consommations d'eau induisant une dose par ingestion de 0,1 mSv/an

Ces volumes peuvent être mis en regard des données de consommation. Il apparaît que pour toutes ces eaux, les volumes d'eau utilisés pour les calculs sont supérieurs à ceux relevés dans les enquêtes de consommation aussi bien pour les eaux de source et que pour les eaux minérales naturelles.

CONCLUSION

La DGS et l'ASN ont confié à l'IRSN la réalisation d'une enquête nationale sur la qualité radiologique des eaux conditionnées (eaux minérales naturelles, eaux de source) produites en France. L'IRSN a ainsi été chargé de :

- la mesure systématique des indicateurs de radioactivité en suivant, par analogie, la démarche analytique préconisée par la circulaire DGS du 13 juin 2007 relative au contrôle et à la gestion du risque sanitaire liés à la présence de radionucléides dans les eaux destinées à la consommation humaine, à l'exception des eaux conditionnées et des eaux minérales naturelles ;
- la mesure systématique de la teneur en uranium ;
- la mesure ponctuelle de la teneur en radon-222 dans quelques échantillons conditionnés dans des bouteilles en verre.

¹⁸ T. Cartier et al, *Consommation hydrique en France métropolitaine : résultats issus de l'étude alimentaire INCA2*, Environ Risque Sante - Vol. 11, n°6, novembre-décembre 2012

Ces analyses, réalisées durant l'année 2012 sur des échantillons prélevés la même année, ont porté sur 142 eaux conditionnées. La photographie ainsi réalisée permet de disposer d'un premier aperçu de la situation des eaux produites en France. Il ressort ainsi de cette enquête que :

- toutes les eaux conditionnées analysées présentent une activité volumique en tritium faible, très inférieure à la référence de qualité de 100 Bq/l prévue par la réglementation française pour les eaux destinées à la consommation humaine ;
- toutes les eaux conditionnées analysées présentent une activité bêta globale résiduelle inférieure à la valeur guide de 1 Bq/l prévue par la réglementation française pour les eaux destinées à la consommation humaine.
- 108 des 142 eaux conditionnées analysées (représentant 80 % des eaux de source et 70 % des eaux minérales naturelles) ont une activité alpha globale inférieure ou égale à la valeur guide de 0,1 Bq/l prévue par la réglementation française pour les eaux destinées à la consommation humaine ;
- toutes les eaux conditionnées analysées présentent des concentrations en uranium pondéral inférieures à la valeur guide provisoire de l'OMS fixée à 30 µg/l dans les eaux de boisson. Pour rappel, à ce jour, ni la réglementation européenne ni la réglementation française ne prévoient d'exigences de qualité pour le paramètre uranium ;
- le radon 222 n'a été détecté qu'une seule fois parmi les 6 eaux analysées, avec une valeur très inférieure à la valeur paramétrique (100 Bq/l) fixée par la directive européenne relative aux eaux destinées à la consommation humaine, en cours de publication.

S'agissant des trente-trois¹⁹ (33) eaux conditionnées dont l'indicateur d'activité alpha globale dépasse la valeur guide de 0,1 Bq/l prévue par la réglementation nationale pour les eaux destinées à la consommation humaine, des mesures complémentaires et plus précises des radionucléides naturels à l'origine des activités mesurées ont été réalisées afin d'estimer la dose efficace annuelle de radioactivité (DTI) reçue par un adulte sur la base d'une consommation de deux litres par jour de ces eaux. Ainsi, les quantités de radium (isotopes 226 et 228), d'uranium (isotopes 234 et 238), de polonium (isotope 210) et de plomb (isotope 210) ont été déterminées. Les isotopes les plus fréquemment retrouvés ont été l'uranium 234, 238, le radium 226 et, dans une moindre mesure, le radium 228.

La DTI calculée à partir de ces analyses est inférieure ou égale à la référence de qualité définie par la réglementation nationale pour les eaux destinées à la consommation humaine (0,1 mSv/an) pour vingt-sept (27) d'entre-elles. Pour les six (6) autres échantillons, qui sont des eaux minérales naturelles, la DTI calculée est supérieure à 0,1 mSv/an mais toujours inférieure à 0,3 mSv/an. A noter que dans le cas des eaux destinées à la consommation humaine hors eaux conditionnées, en deçà de cette valeur, la réglementation ne recommande pas nécessairement d'action correctrice, sauf si des solutions simples, techniquement et économiquement raisonnables existent et aucune restriction d'usage n'est conseillée pour les populations sensibles (cf. circulaire DGS du 13 juin 2007).

Par ailleurs, bien que la DTI soit inférieure à 0,1 mSv/an, trois eaux analysées dans le cadre de cette étude ne respecteraient pas l'exigence de qualité définie pour l'indicateur de l'activité alpha globale par la réglementation nationale (cf. arrêté du 14 mars 2007 modifié) permettant de faire mention sur l'étiquetage du caractère approprié de l'eau pour l'alimentation du nourrisson.

¹⁹ Sur une eau, les analyses complémentaires n'ont pas pu être réalisées suite à l'arrêt de la production en avril 2012.

Ces résultats, et notamment ceux en lien avec l'étiquetage nourrissons, obtenus à partir d'un seul prélèvement pour chaque échantillon d'eau, mériteront d'être confirmés, par des mesures complémentaires, sur une période de temps plus étendue, afin d'étudier l'influence de la fluctuation de la composition en minéraux de certaines ressources. A cet égard, le projet d'arrêté à paraître concernant notamment le contrôle sanitaire des eaux conditionnées homogénéisera au niveau national le suivi de la qualité radiologique de ces eaux.

La photographie ainsi réalisée, à partir d'échantillons prélevés en 2012, montre que la qualité radiologique des eaux conditionnées produites en France est globalement satisfaisante. L'exposition aux rayonnements ionisants apportée par la consommation de ces eaux, du fait de la radioactivité naturelle, est très faible. Le risque pour le consommateur, s'il existe, peut également être considéré comme très faible, si l'on considère les références internationales (OMS).

oo0oo

ANNEXE I : LIMITES DE DETECTION, DOSE EFFICACE ENGAGEE PAR UNITE D'INCORPORATION ET CONCENTRATIONS DERIVEES DE REFERENCE

| Paramètres | Limites de détection (arrêté ministériel du 17/09/03) ²⁰ (Bq/l) | Doses efficaces engagées par unité d'incorporation (Sv/Bq) | Concentrations dérivées de référence ²¹ (Bq/l) |
|------------------------|---|---|--|
| Activité alpha globale | 0,04 | - | - |
| Activité bêta globale | 0,4 | - | - |
| Américium (Am) 241 | 0,06 | $2,0 \cdot 10^{-7}$ | 0,7 |
| Carbone (C) 14 | 20 | $5,8 \cdot 10^{-10}$ | 240 |
| Césium (Cs) 134 | 0,5 | $1,9 \cdot 10^{-8}$ | 7,2 |
| Césium (Cs) 137 | 0,5 | $1,3 \cdot 10^{-8}$ | 11 |
| Cobalt (Co) 60 | 0,5 | $3,4 \cdot 10^{-9}$ | 40 |
| Iode (I) 131 | 0,5 | $2,2 \cdot 10^{-8}$ | 6,2 |
| Plomb (Pb) 210 | <i>en cours de définition</i> <i>Valeur IRSN : 0,080</i> | $6,9 \cdot 10^{-7}$ | 0,2 |
| Plutonium (Pu) 238 | 0,04 | $2,3 \cdot 10^{-7}$ | 0,6 |
| Plutonium (Pu) 239 | 0,04 | $2,5 \cdot 10^{-7}$ | 0,6 |
| Plutonium (Pu) 240 | 0,04 | $2,5 \cdot 10^{-7}$ | 0,6 |
| Polonium (Po) 210 | <i>en cours de définition</i> <i>Valeur IRSN : 0,010</i> | $1,2 \cdot 10^{-6}$ | 0,11 |
| Radium (Ra) 226 | 0,04 | $2,8 \cdot 10^{-7}$ | 0,5 |
| Radium (Ra) 228 | 0,08 | $6,9 \cdot 10^{-7}$ | 0,2 |
| Strontium (Sr) 90 | 0,4 | $2,8 \cdot 10^{-8}$ | 4,9 |
| Tritium (H)3 | 10 | $1,8 \cdot 10^{-11}$ | - |
| Uranium (U) 234 | 0,005 | $4,9 \cdot 10^{-8}$ | 2,8 |
| Uranium (U) 238 | 0,005 | $4,5 \cdot 10^{-8}$ | 3,0 |

D'après la norme ISO 11929 *Détermination de la limite de détection et du seuil de décision des mesurages de rayonnements ionisants*, la limite de détection est définie comme une valeur statistique qui spécifie la valeur minimale du mesurande qui peut être détectée avec une probabilité d'erreur donnée lors de l'utilisation de la procédure de mesurage. Par conséquent, cela permet de décider si une méthode de mesure satisfait aux exigences nécessaires pour atteindre l'objectif du mesurage.

²⁰ Arrêté du 1er septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants, tableau 1.1

²¹ Cette activité serait à l'origine d'une dose de 0,1mSv par an pour un adulte consommant 730 litres dans le cas de la présence exclusive du radionucléide considéré.

ANNEXE II : RESULTATS OBTENUS

Les résultats des analyses systématiques (alpha global, bêta global résiduel, tritium) et de la mesure de l'uranium des eaux de sources et des eaux minérales naturelles sont présentés dans les tableaux ci-après par région de production de ces eaux.

Les résultats des analyses complémentaires (recherche des radionucléides naturels), conduites lorsque les résultats des analyses systématiques le requéraient, sont présentés à la suite des analyses systématiques.

Eaux de source: région ALSACE

Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N ° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|------------|--|-----|----------------------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| S09 EA 68 | Ribeauville (Haut-Rhin) | 68 | Carola nature | 0,31 | 31 | 0,27 | 38 | 7,3 | 10 | 0,066 | >100 | < 6,3 | * |
| S09B EA 68 | Ribeauville (Haut-Rhin) | 68 | Carola finement pétillante | 0,32 | 20 | 0,30 | 59 | 7,2 | 10 | 0,099 | >100 | < 6,3 | * |
| S09T EA 68 | Ribeauville (Haut-Rhin) | 68 | Carola pétillante | 0,14 | 26 | 0,25 | 41 | 7,5 | 10 | 0,041 | >100 | < 6,3 | * |
| S26 EA 68 | Metzeral (Haut-Rhin) | 68 | Metzeral | < 0,012 | * | 0,040 | 70 | < 1,0 | * | 0,040 | 70 | < 6,3 | * |
| S51 EA 68 | Soultzmatt (Haut-Rhin) nature | 68 | Lisbeth | 0,15 | 19 | 0,45 | 26 | 14 | 10 | 0,059 | >100 | < 6,4 | * |
| S51B EA 68 | Soultzmatt (Haut-Rhin) légèrement pétill | 68 | Lisbeth | 0,15 | 19 | 0,51 | 25 | 15 | 10 | 0,092 | >100 | < 6,4 | * |
| S51T EA 68 | Soultzmatt (Haut-Rhin) pétillante | 68 | Lisbeth | 0,13 | 20 | 0,50 | 25 | 15 | 10 | 0,082 | >100 | < 6,4 | * |
| S83 EA 68 | Metzeral (Haut-Rhin) | 68 | Valon | 0,010 | 44 | 0,061 | 62 | < 1,0 | * | 0,061 | 62 | < 6,3 | * |

| N ° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|------------|--|-----|----------------------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| S09 EA 68 | Ribeauville (Haut-Rhin) | 68 | Carola nature | 0,27 | 12 | 0,0032 | 12 | 0,069 | 10 | 5,6 | 10 |
| S09B EA 68 | Ribeauville (Haut-Rhin) | 68 | Carola finement pétillante | 0,28 | 12 | 0,0033 | 12 | 0,072 | 10 | 5,8 | 10 |
| S09T EA 68 | Ribeauville (Haut-Rhin) | 68 | Carola pétillante | 0,13 | 12 | 0,0015 | 12 | 0,033 | 10 | 2,7 | 10 |
| S26 EA 68 | Metzeral (Haut-Rhin) | 68 | Metzeral | 0,0016 | 71 | 0,000063 | 71 | 0,0014 | 70 | 0,11 | 69 |
| S51 EA 68 | Soultzmatt (Haut-Rhin) nature | 68 | Lisbeth | 0,10 | 12 | 0,0014 | 12 | 0,030 | 10 | 2,4 | 10 |
| S51B EA 68 | Soultzmatt (Haut-Rhin) légèrement pétill | 68 | Lisbeth | 0,095 | 12 | 0,0012 | 12 | 0,025 | 10 | 2,0 | 10 |
| S51T EA 68 | Soultzmatt (Haut-Rhin) pétillante | 68 | Lisbeth | 0,095 | 12 | 0,0012 | 12 | 0,027 | 10 | 2,2 | 10 |
| S83 EA 68 | Metzeral (Haut-Rhin) | 68 | Valon | 0,0030 | 42 | 0,00012 | 42 | 0,0025 | 40 | 0,20 | 40 |

Eaux de source: région ALSACE
Résultats des analyses complémentaires

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Radium 226 Bq/l | I% | Polonium 210 Bq/l | I% | Plomb 210 Bq/l | I% | Radium 228 Bq/l | I% | DTI mSv/an |
|------------|--|-----|----------------------------|-----------------|----|-------------------|----|----------------|----|-----------------|----|------------|
| S09 EA 68 | Ribeauville (Haut-Rhin) | 68 | Carola nature | < 0,011 | * | < 0,0048 | * | < 0,053 | * | < 0,041 | * | 0,012 |
| S09B EA 68 | Ribeauville (Haut-Rhin) | 68 | Carola finement pétillante | < 0,016 | * | < 0,0030 | * | < 0,052 | * | < 0,041 | | 0,012 |
| S09T EA 68 | Ribeauville (Haut-Rhin) | 68 | Carola pétillante | < 0,011 | * | < 0,0030 | * | < 0,054 | * | < 0,039 | | 0,006 |
| S51 EA 68 | Soultzmatt (Haut-Rhin) nature | 68 | Lisbeth | < 0,012 | * | < 0,0049 | * | < 0,045 | * | < 0,035 | * | 0,005 |
| S51B EA 68 | Soultzmatt (Haut-Rhin) légèrement pétillante | 68 | Lisbeth | < 0,014 | * | 0,0030 | 77 | < 0,046 | * | < 0,033 | * | 0,007 |
| S51T EA 68 | Soultzmatt (Haut-Rhin) pétillante | 68 | Lisbeth | < 0,015 | * | 0,0026 | 93 | < 0,045 | * | 0,022 | 54 | 0,018 |

Eaux de source: région AUVERGNE
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|----------------------------|-----|---|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| S54 EA 63 | Le Mont Dore (Puy-de-Dôme) | 63 | Grand Barbier n° 2 et 3 | < 0,014 | * | < 0,17 | * | < 1,0 | * | < 0,17 | * | < 6,3 | * |
| S59 EA 63 | Le Mont Dore (Puy-de-Dôme) | 63 | La Montille | < 0,016 | * | < 0,088 | * | < 1,0 | * | < 0,088 | * | < 6,3 | * |
| S80 EA 63 | Laqueuille (Puy-de-Dôme) | 63 | Les Fraux (f1) et Banne d'Ordanche (f2) | < 0,013 | * | 0,11 | 70 | 3,0 | 10 | 0,026 | >100 | < 6,3 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|----------------------------|-----|---|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| S54 EA 63 | Le Mont Dore (Puy-de-Dôme) | 63 | Grand Barbier n° 2 et 3 | < 0,0025 | * | <0,000058 | * | < 0,0013 | * | <0,10 | * |
| S59 EA 63 | Le Mont Dore (Puy-de-Dôme) | 63 | La Montille | < 0,0025 | * | <0,000058 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S80 EA 63 | Laqueuille (Puy-de-Dôme) | 63 | Les Fraux (f1) et Banne d'Ordanche (f2) | < 0,0025 | * | <0,000058 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |

Eaux de source: région AQUITAINE
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|---------------------------------------|-----|--------------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| S31 EA 24 | Saint Martin de Gurcon (Dordogne) | 24 | Saint Martin | 0,72 | 15 | 0,48 | 25 | 1,9 | 10 | 0,43 | 28 | < 6,4 | * |
| S33 EA 24 | Saint Martin de Gurcon (Dordogne) | 24 | Saint Médard plate | 0,13 | 18 | 0,48 | 24 | 1,9 | 10 | 0,43 | 28 | < 6,6 | * |
| S77 EA 33 | Arcachon (Gironde) | 33 | Des pins | 0,018 | 62 | 0,15 | 30 | 3,3 | 10 | 0,058 | 79 | < 6,5 | * |
| S27 EA 40 | Dax (Landes) | 40 | Pampara | 0,049 | 42 | 0,12 | 38 | 2,9 | 10 | 0,039 | >100 | < 6,4 | * |
| S60 EA 64 | Ogeu-les-Bains (Pyrénées-Atlantiques) | 64 | Source Centrale | 0,052 | 60 | 0,079 | 55 | 1,0 | 10 | 0,051 | 84 | < 6,3 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|---------------------------------------|-----|--------------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| S31 EA 24 | Saint Martin de Gurcon (Dordogne) | 24 | Saint Martin | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S33 EA 24 | Saint Martin de Gurcon (Dordogne) | 24 | Saint Médard plate | 0,10 | 10 | 0,00082 | 10 | 0,018 | 10 | 1,4 | 10 |
| S77 EA 33 | Arcachon (Gironde) | 33 | Des pins | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S27 EA 40 | Dax (Landes) | 40 | Pampara | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S60 EA 64 | Ogeu-les-Bains (Pyrénées-Atlantiques) | 64 | Source Centrale | 0,010 | 42 | 0,00026 | 42 | 0,0056 | 40 | 0,45 | 40 |

Eaux de source: région AQUITAINE
Résultats des analyses complémentaires

| N ° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Radium 226 Bq/l | I% | Polonium 210 Bq/l | I% | Plomb 210 Bq/l | I% | Radium 228 Bq/l | I% | DTI mSv/an |
|-----------|-----------------------------------|-----|--------------------|-----------------|----|-------------------|----|----------------|----|-----------------|----|------------|
| S31 EA 24 | Saint Martin de Gurcon (Dordogne) | 24 | Saint Martin | 0,18 | 54 | < 0,0041 | * | < 0,045 | * | 0,13 | 17 | 0,100 |
| S33 EA 24 | Saint Martin de Gurcon (Dordogne) | 24 | Saint Médard plate | < 0,025 | * | < 0,0046 | * | < 0,044 | * | 0,059 | 28 | 0,034 |

Eaux de source: région BRETAGNE
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|----------------------------|-----|-----------------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| S69 EA 22 | Plancoët (Côtes-d'Armor) | 22 | Saint Alix | < 0,0083 | * | 0,15 | 31 | 4,5 | 10 | 0,024 | >100 | < 6,5 | * |
| S24 EA 29 | Saint Goazec (Finistère) | 29 | Isabelle | 0,063 | 37 | 0,062 | 53 | < 1,0 | * | 0,062 | 53 | < 6,5 | * |
| S39 EA 29 | Commana (Finistère) | 29 | Des montagnes d'Arrée | 0,022 | 27 | 0,075 | 46 | < 1,0 | * | 0,075 | 46 | < 6,5 | |
| S07 EA 35 | Paimpont (Ille-et-Vilaine) | 35 | Veneur | < 0,0068 | * | 0,057 | 63 | < 1,0 | * | 0,057 | 63 | < 6,3 | * |
| S13 EA 35 | Paimpont (Ille-et-Vilaine) | 35 | Feunten ar coat | < 0,018 | * | 0,057 | 71 | < 1,0 | * | 0,057 | 71 | < 6,8 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|----------------------------|-----|-----------------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| S69 EA 22 | Plancoët (Côtes-d'Armor) | 22 | Saint Alix | < 0,0025 | * | 0,000058 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S24 EA 29 | Saint Goazec (Finistère) | 29 | Isabelle | < 0,0025 | * | 0,000058 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S39 EA 29 | Commana (Finistère) | 29 | Des montagnes d'Arrée | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S07 EA 35 | Paimpont (Ille-et-Vilaine) | 35 | Veneur | < 0,0026 | * | < 0,000058 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S13 EA 35 | Paimpont (Ille-et-Vilaine) | 35 | Feunten ar coat | < 0,0026 | * | < 0,000058 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |

Eaux de source: région CENTRE

Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|------------|--------------------------------------|-----|------------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| S01 EA 45 | Chambon la Foret (Loiret) | 45 | Elena | 1,0 | 15 | 0,46 | 26 | 2,3 | 10 | 0,40 | 30 | < 6,5 | * |
| S15 EA 45 | Saint Cyr en Val plate (Loiret) | 45 | Celine | 0,053 | 62 | 0,18 | 32 | 3,5 | 10 | 0,082 | 72 | < 6,5 | * |
| S15B EA 45 | Saint Cyr en Val gazeuse (Loiret) | 45 | Celine | 0,065 | 22 | 0,13 | 38 | 3,4 | 10 | 0,035 | >100 | < 6,5 | * |
| S53 EA 45 | Saint Martin d'Abbat (Loiret) | 45 | Les Chesneaux | 0,086 | 19 | 0,095 | 47 | 2,3 | 10 | 0,031 | >100 | < 6,4 | * |
| S62 EA 45 | Saint Martin d'Abbat plate (Loiret) | 45 | Saint Benoit | 0,14 | 17 | 0,16 | 55 | 3,4 | 10 | 0,065 | >100 | < 6,3 | * |
| S62B EA 45 | Saint Martin d'Abbat gazeuse(Loiret) | 45 | Saint Benoit | 0,13 | 23 | 0,17 | 33 | 3,4 | 10 | 0,075 | 76 | < 6,4 | * |
| S81 EA 45 | Donnery (Loiret) | 45 | Source des Ormes | 0,26 | 17 | 0,24 | 56 | 2,7 | 10 | 0,17 | 79 | < 7,0 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|------------|--------------------------------------|-----|------------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| S01 EA 45 | Chambon la Foret (Loiret) | 45 | Elena | 0,0018 | 70 | 0,000080 | 71 | 0,0026 | 70 | 0,14 | 70 |
| S15 EA 45 | Saint Cyr en Val plate (Loiret) | 45 | Celine | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S15B EA 45 | Saint Cyr en Val gazeuse (Loiret) | 45 | Celine | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S53 EA 45 | Saint Martin d'Abbat (Loiret) | 45 | Les Chesneaux | 0,032 | 12 | 0,0028 | 12 | 0,061 | 10 | 4,9 | 10 |
| S62 EA 45 | Saint Martin d'Abbat plate (Loiret) | 45 | Saint Benoit | < 0,0025 | * | < 0,000058 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S62B EA 45 | Saint Martin d'Abbat gazeuse(Loiret) | 45 | Saint Benoit | < 0,0026 | * | 0,000060 | 70 | 0,0014 | 70 | 0,11 | 67 |
| S81 EA 45 | Donnery (Loiret) | 45 | Source des Ormes | 0,0066 | 12 | 0,00085 | 12 | 0,018 | 10 | 1,5 | 10 |

Eaux de source: région CENTRE
Résultats des analyses complémentaires

| N ° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Radium 226 Bq/l | I% | Polonium 210 Bq/l | I% | Plomb 210 Bq/l | I% | Radium 228 Bq/l | I% | DTI mSv/an |
|------------|--|-----|------------------|---|----|----------------------|----|-------------------|----|--------------------|----|---------------|
| S01 EA 45 | Chambon la Foret (Loiret) | 45 | Elena | 0,30 | 22 | 0,0046 | 59 | < 0,043 | * | < 0,029 | * | 0,066 |
| S62 EA 45 | Saint Martin d'Abbat plate (Loiret) | 45 | Saint Benoit | 0,042 | 26 | 0,0045 | 66 | < 0,045 | * | < 0,033 | * | 0,013 |
| S62B EA 45 | Saint Martin d'Abbat gazeuse (Loiret) | 45 | Saint Benoit | 0,046 | 26 | 0,0035 | 68 | < 0,050 | * | < 0,038 | * | 0,013 |
| S81 EA 45 | Donnery (Loiret) | 45 | Source des Ormes | Arrêt de la production en avril 2012 (pas d'analyses complémentaires réalisées) | | | | | | | | |

Eaux de source: région CHAMPAGNE ARDENNES
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|-------------------|-----|--------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| S14 EA 08 | Jandun (Ardennes) | 8 | Aurele | 0,020 | 90 | 0,051 | 53 | 1,5 | 10 | 0,009 | >100 | < 6,3 | * |
| S28 EA 08 | Jandun (Ardennes) | 8 | Romy | 0,014 | 69 | 0,067 | 64 | 1,5 | 10 | 0,025 | >100 | < 6,3 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|-------------------|-----|--------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| S14 EA 08 | Jandun (Ardennes) | 8 | Aurele | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S28 EA 08 | Jandun (Ardennes) | 8 | Romy | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |

Eaux de source: région CORSE
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|--------------------------------|-----|---------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|----|--------------|----|
| S70 EA 2A | Grosseto-Prugna (Corse du sud) | 2A | Saint Georges | 0,055 | 36 | 0,085 | 42 | 1,2 | 10 | 0,052 | 69 | < 6,4 | * |
| S84 EA 2B | Zilia (Haute-Corse) | 2B | Zilia | 0,071 | 31 | 0,13 | 33 | 1,2 | 10 | 0,097 | 46 | < 6,2 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|--------------------------------|-----|---------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| S70 EA 2A | Grosseto-Prugna (Corse du sud) | 2A | Saint Georges | 0,020 | 12 | 0,00079 | 12 | 0,018 | 10 | 1,4 | 10 |
| S84 EA 2B | Zilia (Haute-Corse) | 2B | Zilia | 0,021 | 24 | 0,00050 | 24 | 0,011 | 20 | 0,89 | 20 |

Eaux de source: région ILE DE FRANCE
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|-----------------------------------|-----|----------------------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| S16 EA 77 | Chelles (Seine-et-Marne) | 77 | Chantereine | 0,15 | 28 | 0,15 | 39 | 1,7 | 10 | 0,10 | 57 | < 6,4 | * |
| S03 EA 78 | Saint Lambert des bois (Yvelines) | 78 | Des hêtres (forage albien) | 0,054 | 23 | 0,42 | 25 | 12 | 10 | 0,085 | >100 | < 6,4 | * |
| S38 EA 78 | Saint Lambert des bois (Yvelines) | 78 | Saint Lambert | 0,027 | 32 | 0,088 | 48 | < 1,0 | 10 | 0,088 | 48 | < 6,4 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|-----------------------------------|-----|----------------------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| S16 EA 77 | Chelles (Seine-et-Marne) | 77 | Chantereine | < 0,00026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S03 EA 78 | Saint Lambert des bois (Yvelines) | 78 | Des hêtres (forage albien) | < 0,00026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S38 EA 78 | Saint Lambert des bois (Yvelines) | 78 | Saint Lambert | 0,0057 | 42 | 0,00022 | 42 | 0,0048 | 40 | 0,38 | 40 |

Eaux de source: région ILE DE FRANCE
Résultats des analyses complémentaires

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Radium 226 Bq/l | I% | Polonium 210 Bq/l | I% | Plomb 210 Bq/l | I% | Radium 228 Bq/l | I% | DTI mSv/an |
|-----------|--------------------------|-----|-------------|-----------------|----|-------------------|----|----------------|----|-----------------|----|------------|
| S16 EA 77 | Chelles (Seine-et-Marne) | 77 | Chantereine | 0,031 | 44 | < 0,0045 | * | < 0,044 | * | 0,054 | 28 | 0,034 |

Eaux de source: région HAUTE NORMANDIE
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|--------------------------|-----|--------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| S64 EA 27 | Pont Saint Pierre (Eure) | 27 | Lilas | < 0,018 | * | 0,064 | 51 | < 1,0 | * | 0,064 | 51 | < 6,4 | * |
| S65 EA 27 | Pont Saint Pierre (Eure) | 27 | Emma | 0,033 | 38 | 0,48 | 23 | 14 | 10 | 0,089 | >100 | < 6,5 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|--------------------------|-----|--------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| S64 EA 27 | Pont Saint Pierre (Eure) | 27 | Lilas | 0,0044 | 42 | 0,00015 | 42 | 0,0033 | 40 | 0,27 | 40 |
| S65 EA 27 | Pont Saint Pierre (Eure) | 27 | Emma | < 0,0025 | * | < 0,000058 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |

Eaux de source: région LANGUEDOC ROUSSILLON
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|---------------------------------|-----|--------------------------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|----|--------------|----|
| S71 EA 66 | Toulouges (Pyrénées-Orientales) | 66 | Semillante forage n° 2 plate | 0,028 | 30 | < 0,092 | * | < 1,0 | * | < 0,092 | * | < 6,3 | * |
| S72 EA 66 | Toulouges (Pyrénées-Orientales) | 66 | Semillante forage n° 2 gazeuse | 0,032 | 39 | < 0,098 | * | < 1,0 | * | < 0,098 | * | < 6,6 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|---------------------------------|-----|--------------------------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| S71 EA 66 | Toulouges (Pyrénées-Orientales) | 66 | Semillante forage n° 2 plate | 0,023 | 24 | 0,00043 | 21 | 0,0093 | 20 | 0,75 | 20 |
| S72 EA 66 | Toulouges (Pyrénées-Orientales) | 66 | Semillante forage n° 2 gazeuse | 0,024 | 24 | 0,00045 | 21 | 0,0097 | 20 | 0,78 | 20 |

Eaux de source: région LIMOUSIN
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|--------------------|-----|------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|----|--------------|----|
| S20 EA 19 | Treignac (Corrèze) | 19 | Maurange 2 | 0,088 | 18 | 0,22 | 27 | < 1,0 | * | 0,22 | 27 | < 6,5 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|--------------------|-----|------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| S20 EA 19 | Treignac (Corrèze) | 19 | Maurange 2 | < 0,0026 | * | 0,000075 | 71 | 0,0016 | 70 | 0,13 | 69 |

Eaux de source: région MIDI PYRÉNÉES
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|------------------------------------|-----|---------------------------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|----|--------------|----|
| S61 EA 31 | Bagnères-de-Luchon (Haute-Garonne) | 31 | Estivèle | < 0,011 | * | 0,039 | 75 | < 1,0 | * | 0,039 | 75 | < 6,4 | * |
| S66 EA 46 | Lacapelle-Marival (Lot) | 46 | Bois Bordet | 0,051 | 45 | 0,17 | 30 | 4,0 | 10 | 0,058 | 90 | < 6,4 | * |
| S41 EA 81 | Castelnau-de-Brassac (Tarn) | 81 | Fontaine de la reine pétillante | 0,012 | 63 | < 0,080 | * | < 1,0 | * | < 0,080 | * | < 6,4 | * |
| S44 EA 81 | Castelnau-de-Brassac (Tarn) | 81 | Fontaine de la reine | 0,013 | 40 | 0,060 | 53 | < 1,0 | * | 0,060 | 53 | < 6,4 | * |
| S48 EA 81 | Castelnau-de-Brassac (Tarn) | 81 | La tarnaise | 0,014 | 47 | < 0,088 | * | < 1,0 | * | < 0,088 | * | < 6,4 | * |
| S68 EA 81 | Lacaune (Tarn) | 81 | Rosée de la reine | 0,015 | 67 | 0,070 | 48 | < 1,0 | * | 0,070 | 48 | < 6,4 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|------------------------------------|-----|---------------------------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| S61 EA 31 | Bagnères-de-Luchon (Haute-Garonne) | 31 | Estivèle | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S66 EA 46 | Lacapelle-Marival (Lot) | 46 | Bois Bordet | < 0,0025 | * | < 0,000058 | * | < 0,0012 | * | < 0,10 | * |
| S41 EA 81 | Castelnau-de-Brassac (Tarn) | 81 | Fontaine de la reine pétillante | 0,0018 | 71 | 0,000056 | 70 | 0,0013 | 70 | 0,10 | 70 |
| S44 EA 81 | Castelnau-de-Brassac (Tarn) | 81 | Fontaine de la reine | < 0,0025 | * | < 0,000058 | * | < 0,0012 | * | < 0,10 | * |
| S48 EA 81 | Castelnau-de-Brassac (Tarn) | 81 | La tarnaise | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S68 EA 81 | Lacaune (Tarn) | 81 | Rosée de la reine | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |

Eaux de source: région NORD PAS-DE-CALAIS
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|------------|-----------------------------|-----|---------------------|---|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| S25 EA 59 | Cappelle-en-Pévèle (Nord) | 59 | Louise | 0,076 | 21 | 0,67 | 23 | 19 | 10 | 0,14 | >100 | < 6,5 | * |
| S25B EA 59 | Cappelle-en-Pévèle (Nord) | 59 | Louise gazeuse | 0,086 | 22 | 0,48 | 25 | 13 | 10 | 0,12 | >100 | < 6,3 | * |
| S29 EA 59 | Busigny (Nord) | 59 | Saint Jean-Baptiste | 0,015 | 37 | 0,073 | 46 | 2,1 | 10 | 0,014 | >100 | < 6,5 | * |
| S30 EA 59 | Pérenchies (Nord) | 59 | Saint Leger | c'est une eau minérale naturelle enregistrée sous N° IRSN M77 EA 59 | | | | | | | | | |
| S37 EA 59 | Pérenchies (Nord) | 59 | Sainte Sophie | 0,10 | 33 | 0,69 | 28 | 19 | 10 | 0,16 | >100 | < 6,3 | * |
| S52 EA 59 | Saint-Amand-les-Eaux (Nord) | 59 | Oiselle | 0,082 | 59 | 0,59 | 29 | 19 | 10 | 0,060 | >100 | < 6,3 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|------------|-----------------------------|-----|---------------------|---|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| S25 EA 59 | Cappelle-en-Pévèle (Nord) | 59 | Louise | < 0,0025 | * | 0,000060 | * | < 0,0012 | * | < 0,10 | * |
| S25B EA 59 | Cappelle-en-Pévèle (Nord) | 59 | Louise gazeuse | < 0,0025 | * | 0,000058 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S29 EA 59 | Busigny (Nord) | 59 | Saint Jean-Baptiste | 0,0087 | 24 | 0,00030 | 21 | 0,0066 | 20 | 0,53 | 20 |
| S30 EA 59 | Perenchies (Nord) | 59 | Saint Leger | c'est une eau minérale naturelle enregistrée sous N° IRSN M77 EA 59 | | | | | | | |
| S37 EA 59 | Perenchies (Nord) | 59 | Sainte Sophie | < 0,0025 | * | <0,000058 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S52 EA 59 | Saint-Amand-les-Eaux (Nord) | 59 | Oiselle | < 0,0025 | * | <0,000058 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |

Eaux de source: région PROVENCE-ALPES-COTE d'AZUR
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|-----------------------------------|-----|------------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| S67 EA 05 | Chorges (Hautes Alpes) | 5 | Roche des Ecrins | < 0,015 | * | < 0,098 | * | < 1,0 | * | < 0,098 | * | < 6,3 | * |
| S19 EA 83 | Signes (Var) | 83 | Beaupré | 0,027 | 28 | < 0,074 | * | < 1,0 | * | < 0,074 | * | < 6,9 | * |
| S35 EA 84 | Cairanne (Vaucluse) | 84 | Sainte-Cecile | 0,019 | 66 | 0,043 | 74 | 1,3 | 10 | 0,007 | >100 | < 6,4 | * |
| S76 EA 84 | Châteauneuf-de-Gadagne (Vaucluse) | 84 | Des oliviers | 0,052 | 28 | < 0,21 | * | 1,8 | 10 | < 0,21 | * | < 6,2 | * |
| S79 EA 84 | Cairanne (Vaucluse) | 84 | Floralies | 0,026 | 49 | 0,060 | 70 | 1,4 | 10 | 0,021 | >100 | < 6,3 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|-----------------------------------|-----|------------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| S67 EA 05 | Chorges (Hautes Alpes) | 5 | Roche des Ecrins | 0,0040 | 71 | 0,000090 | 70 | 0,0021 | 70 | 0,17 | 70 |
| S19 EA 83 | Signes (Var) | 83 | Beaupré | 0,0093 | 24 | 0,00031 | 24 | 0,0067 | 20 | 0,54 | 20 |
| S35 EA 84 | Cairanne (Vaucluse) | 84 | Sainte-Cecile | 0,0098 | 42 | 0,00025 | 42 | 0,0053 | 40 | 0,43 | 40 |
| S76 EA 84 | Châteauneuf-de-Gadagne (Vaucluse) | 84 | Des oliviers | 0,030 | 12 | 0,0011 | 12 | 0,025 | 10 | 2,0 | 10 |
| S79 EA 84 | Cairanne (Vaucluse) | 84 | Floralies | 0,022 | 24 | 0,00056 | 24 | 0,012 | 20 | 0,98 | 20 |

Eaux de source : région PAYS DE LA LOIRE
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Bêta global résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|------------------------------|-----|-------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|-----------------------------|------|--------------|----|
| S21 EA 44 | Guenrouet (Loire-Atlantique) | 44 | Eleonore | 0,024 | 33 | < 0,097 | * | 1,0 | 10 | < 0,097 | * | < 6,5 | * |
| S34 EA 44 | Guenrouet (Loire-Atlantique) | 44 | Sainte Aude | 0,022 | 36 | 0,058 | 66 | 1,0 | 10 | 0,030 | >100 | < 6,5 | * |
| S17 EA 72 | Ardenay sur Merize (Sarthe) | 72 | Roxane | 0,037 | 67 | 0,070 | 48 | 1,3 | 10 | 0,034 | 100 | < 6,4 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|------------------------------|-----|-------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| S21 EA 44 | Guenrouet (Loire-Atlantique) | 44 | Eleonore | 0,0070 | 24 | 0,00033 | 24 | 0,0072 | 20 | 0,58 | 20 |
| S34 EA 44 | Guenrouet (Loire-Atlantique) | 44 | Sainte Aude | 0,0074 | 24 | 0,00033 | 24 | 0,0072 | 20 | 0,59 | 20 |
| S17 EA 72 | Ardenay sur Merize (Sarthe) | 72 | Roxane | 0,0076 | 24 | 0,00030 | 24 | 0,0066 | 20 | 0,53 | 20 |

Eaux de source: région PICARDIE
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|-------------------|-----|----------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|----|--------------|----|
| S12 EA 60 | Bulles (Oise) | 60 | Saine Fontaine | 0,025 | 31 | < 0,14 | * | 2,0 | 10 | < 0,14 | * | < 6,4 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|-------------------|-----|----------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| S12 EA 60 | Bulles (Oise) | 60 | Saine Fontaine | 0,0067 | 24 | 0,00022 | 24 | 0,0047 | 20 | 0,38 | 20 |

Eaux de source: région POITOU-CHARENTES
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|----------------------------|-----|------------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| S45 EA 16 | Voeuil et Giget (Charente) | 16 | Fontaine Jolival | 0,058 | 21 | 0,18 | 41 | 4,1 | 10 | 0,066 | >100 | < 6,3 | * |
| S43 EA 79 | Prahecq (Deux-Sèvres) | 79 | Belle croix | 0,066 | 32 | 0,094 | 47 | 2,2 | 10 | 0,033 | >100 | < 6,4 | * |
| S47 EA 79 | Prahecq (Deux-Sèvres) | 79 | IDREL | 0,11 | 21 | 0,37 | 27 | 10 | 10 | 0,091 | >100 | < 6,4 | * |
| S78 EA 79 | Prahecq (Deux-Sèvres) | 79 | Plaine du Frene | 0,097 | 31 | 0,17 | 46 | 6,0 | 10 | 0,003 | >100 | < 6,3 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|----------------------------|-----|------------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| S45 EA 16 | Voeuil et Giget (Charente) | 16 | Fontaine Jolival | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S43 EA 79 | Prahecq (Deux-Sèvres) | 79 | Belle croix | 0,0089 | 42 | 0,00013 | 42 | 0,0028 | 40 | 0,23 | 40 |
| S47 EA 79 | Prahecq (Deux-Sèvres) | 79 | IDREL | 0,014 | 42 | 0,00026 | 42 | 0,0056 | 40 | 0,45 | 40 |
| S78 EA 79 | Prahecq (Deux-Sèvres) | 79 | Plaine du Frene | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |

Eaux de source: région POITOU-CHARENTES
Résultats des analyses complémentaires

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Radium 226 Bq/l | I% | Polonium 210 Bq/l | I% | Plomb 210 Bq/l | I% | Radium 228 Bq/l | I% | DTI mSv/an |
|-----------|-----------------------|-----|--------|-----------------|----|-------------------|----|----------------|----|-----------------|----|------------|
| S47 EA 79 | Prahecq (Deux-Sèvres) | 79 | IDREL | 0,036 | 27 | < 0,0039 | * | < 0,054 | * | < 0,041 | * | 0,008 |

Eaux de source: RHÔNE-ALPES
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|------------------------|-----|-----------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| S18 EA 01 | Les Neyrolles (Ain) | 1 | La Doye | < 0,013 | * | 0,037 | 66 | < 1,0 | * | 0,037 | 66 | < 6,3 | * |
| S63 EA 07 | Arcens (Ardèche) | 7 | Perline | < 0,0066 | * | 0,065 | 65 | 1,3 | 10 | 0,029 | >100 | < 5,4 | * |
| S82 EA 38 | Le perier (Isère) | 38 | Valecrin | 0,031 | 41 | 0,070 | 74 | 1,0 | 10 | 0,042 | >100 | < 6,3 | * |
| S02 EA 73 | Grésy-sur-Aix (Savoie) | 73 | Source des Fées | 0,018 | 90 | 0,086 | 49 | 2,4 | 10 | 0,019 | >100 | < 6,4 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|------------------------|-----|-----------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| S18 EA 01 | Les Neyrolles (Ain) | 1 | La Doye | 0,0026 | 71 | 0,00011 | 70 | 0,0024 | 70 | 0,19 | 70 |
| S63 EA 07 | Arcens (Ardèche) | 7 | Perline | < 0,0025 | * | < 0,000060 | * | < 0,0012 | * | < 0,10 | * |
| S82 EA 38 | Le perier (Isère) | 38 | Valecrin | 0,022 | 12 | 0,00094 | 12 | 0,020 | 10 | 1,6 | 10 |
| S02 EA 73 | Grésy-sur-Aix (Savoie) | 73 | Source des Fées | 0,0074 | 24 | 0,00030 | 21 | 0,0066 | 20 | 0,54 | 20 |

Eaux de source: DROM-COM
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|-----------------------------|-----|--------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| S58 EA971 | Saint Claude (Guadeloupe) | 971 | Roudelette | < 0,0060 | * | < 0,087 | * | < 1,0 | * | < 0,087 | * | < 6,3 | * |
| S10 EA972 | Morne Rouge (Martinique) | 972 | Mont Beni | < 0,0065 | * | 0,053 | 69 | 1,2 | 10 | 0,020 | >100 | < 6,4 | * |
| S49 EA972 | Morne Rouge (Martinique) | 972 | Lafort | < 0,0072 | * | < 0,084 | * | 1,7 | 10 | < 0,084 | * | < 6,5 | * |
| S86 EA972 | Fort de France (Martinique) | 972 | Mabelo | < 0,077 | * | 0,21 | 29 | 6,7 | 10 | 0,023 | >100 | < 6,3 | * |
| S05 EA974 | Saint-Philippe (la Réunion) | 974 | Basse Vallée | < 0,0097 | * | 0,21 | 30 | 5,9 | 10 | 0,045 | >100 | < 6,4 | * |
| S06 EA974 | La Possession (la Réunion) | 974 | Blanche | < 0,016 | * | 0,054 | 68 | 1,7 | 10 | 0,007 | >100 | < 6,4 | * |
| S42 EA974 | La Possession (la Réunion) | 974 | Denise | < 0,015 | * | 0,10 | 47 | 1,4 | 10 | 0,061 | 77 | < 6,4 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|-----------------------------|-----|--------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| S58 EA971 | Saint Claude (Guadeloupe) | 971 | Roudelette | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S10 EA972 | Morne Rouge (Martinique) | 972 | Mont Beni | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S49 EA972 | Morne Rouge (Martinique) | 972 | Lafort | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S86 EA972 | Fort de France (Martinique) | 972 | Mabelo | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| S05 EA974 | Saint-Philippe (la Réunion) | 974 | Basse Vallée | < 0,0025 | * | < 0,000058 | * | < 0,0012 | * | < 0,10 | * |
| S06 EA974 | La Possession (la Réunion) | 974 | Blanche | 0,0044 | 42 | 0,00011 | 40 | 0,0026 | 40 | 0,21 | 40 |
| S42 EA974 | La Possession (la Réunion) | 974 | Denise | 0,0037 | 42 | 0,00010 | 40 | 0,0025 | 40 | 0,20 | 40 |

Eaux minérales naturelles: région ALSACE
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|----------------------------------|-----|----------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| M13 EA 67 | Niederbronn-les-Bains (Bas-Rhin) | 67 | La Liese | < 0,0090 | * | 0,11 | 48 | 2,0 | 10 | 0,054 | 99 | 4,4 | 52 |
| M29 EA 68 | Wattwiller (Haut-Rhin) | 68 | Jouvence | 0,022 | 62 | 0,080 | 75 | 1,4 | 10 | 0,041 | >100 | < 5,2 | * |
| M41 EA 68 | Soultzmatt (Haut-Rhin) | 68 | Nessel | 1,2 | 16 | 2,1 | 24 | 45 | 10 | 0,85 | 62 | < 5,2 | * |
| M75 EA 68 | Wattwiller (Haut-Rhin) | 68 | Artésia | 0,052 | 22 | 0,086 | 48 | 1,2 | 10 | 0,053 | 77 | < 5,2 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|----------------------------------|-----|----------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| M13 EA 67 | Niederbronn-les-Bains (Bas-Rhin) | 67 | La Liese | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| M29 EA 68 | Wattwiller (Haut-Rhin) | 68 | Jouvence | < 0,0026 | * | < 0,000058 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| M41 EA 68 | Soultzmatt (Haut-Rhin) | 68 | Nessel | 1,0 | 12 | 0,011 | 12 | 0,23 | 10 | 19 | 10 |
| M75 EA 68 | Wattwiller (Haut-Rhin) | 68 | Artésia | < 0,0026 | * | < 0,000058 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |

Eaux minérales naturelles: région ALSACE
Résultats des analyses complémentaires

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Radium 226 Bq/l | I% | Polonium 210 Bq/l | I% | Plomb 210 Bq/l | I% | Radium Bq/l | I% | DTI mSv/an |
|-----------|------------------------|-----|--------|-----------------|----|-------------------|----|----------------|----|-------------|----|------------|
| M41 EA 68 | Soultzmatt (Haut-Rhin) | 68 | Nessel | 0,011 | 70 | 0,0040 | 59 | < 0,084 | * | 0,19 | 16 | 0,14 |

Eaux minérales naturelles: région AQUITAINE
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|---------------------------------------|-----|--------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| M01 EA 33 | Arcachon (Gironde) | 33 | Saint-Anne | 0,053 | 23 | 0,087 | 51 | 3,7 | 10 | < 1,0 | * | < 5,1 | * |
| M02 EA 33 | Arcachon (Gironde) | 33 | Saint-Anne | 0,038 | 34 | 0,14 | 36 | 3,7 | 10 | 0,037 | >100 | < 5,1 | * |
| M12 EA 40 | Dax (Landes) | 40 | Biovive | 0,036 | 25 | 0,061 | 63 | 2,0 | 10 | 0,005 | >100 | < 4,9 | * |
| M42 EA 64 | Ogeu les Bains (Pyrénées-Atlantiques) | 64 | Roy | 0,19 | 17 | 0,12 | 68 | < 1,0 | * | 0,12 | 68 | 2,7 | 87 |
| M43 EA 64 | Ogeu-les-Bains (Pyrénées-Atlantiques) | 64 | Gazeuse n° 1 | 0,056 | 23 | 0,079 | 72 | 1,0 | 10 | 0,051 | >100 | 3,5 | 67 |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|---------------------------------------|-----|--------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| M01 EA 33 | Arcachon (Gironde) | 33 | Saint-Anne | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| M02 EA 33 | Arcachon (Gironde) | 33 | Saint-Anne | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| M12 EA 40 | Dax (Landes) | 40 | Biovive | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| M42 EA 64 | Ogeu les Bains (Pyrénées-Atlantiques) | 64 | Roy | 0,025 | 24 | 0,00043 | 21 | 0,0095 | 20 | 0,77 | 20 |
| M43 EA 64 | Ogeu-les-Bains (Pyrénées-Atlantiques) | 64 | Gazeuse n° 1 | 0,014 | 24 | 0,00033 | 24 | 0,0072 | 20 | 0,58 | 20 |

Eaux minérales naturelles: région AQUITAINE
Résultats des analyses complémentaires

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Radium 226 Bq/l | I% | Polonium 210 Bq/l | I% | Plomb 210 Bq/l | I% | Radium 228 Bq/l | I% | DTI mSv/an |
|-----------|---------------------------------------|-----|--------|-----------------|----|-------------------|----|----------------|----|-----------------|----|------------|
| M42 EA 64 | Ogeu les Bains (Pyrénées-Atlantiques) | 64 | Roy | 0,042 | 40 | < 0,0038 | * | < 0,053 | * | < 0,040 | * | 0,010 |

Eaux minérales naturelles: région AUVERGNE
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | l% | Activité bêta globale Bq/l | l% | Potassium mg/l | l% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | l% | Tritium Bq/l | l% |
|-----------|---------------------------------------|-----|----------------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| M62 EA 03 | Saint-Yorre (Allier) | 3 | Royale | 1,0 | 20 | 4,1 | 25 | 130 | 10 | 0,47 | >100 | < 5,1 | * |
| M71 EA 03 | Vichy (Allier) | 3 | Célestins | 1,3 | 18 | 2,7 | 25 | 63 | 10 | 0,94 | 76 | < 5,1 | * |
| M55 EA 43 | Saint Géron (Haute-Loire) | 43 | Gallo romaine | 0,50 | 17 | 0,79 | 27 | 18 | 10 | 0,29 | 75 | < 5,0 | * |
| M18 EA 63 | Châteauneuf-les-Bains (Puy-de-Dôme) | 63 | Castel Rocher | 0,068 | 64 | 1,8 | 29 | 47 | 10 | 0,49 | >100 | 4,5 | 52 |
| M19 EA 63 | Châteldon (Puy-de-Dôme) | 63 | Sergentale | 0,82 | 17 | 1,5 | 25 | 40 | 10 | 0,38 | >100 | < 4,9 | * |
| M28 EA 63 | Le Breuil-sur-Couze (Puy-de-Dôme) | 63 | Marie-Christine-Nord | 0,045 | 39 | 6,3 | 23 | 190 | 10 | < 1,0 | * | 3,8 | 62 |
| M52 EA 63 | Beauregard Vendon (Puy-de-Dôme) | 63 | Des Romains | 0,091 | 47 | 2,0 | 28 | 56 | 10 | 0,44 | >100 | < 5,4 | * |
| M54 EA 63 | Saint-Diéry (Puy-de-Dôme) | 63 | Renlaigue | < 0,040 | * | 2,1 | 24 | 64 | 10 | 0,31 | >100 | < 5,0 | * |
| M60 EA 63 | Saint-Maurice-ès-Allier (Puy-de-Dôme) | 63 | La Chapelle | 0,049 | 45 | 1,5 | 23 | 46 | 10 | 0,22 | >100 | < 5,0 | * |
| M74 EA 63 | Volvic (Puy-de-Dôme) | 63 | Clairvic | 0,012 | 47 | 0,22 | 30 | 6,5 | 10 | 0,039 | >100 | < 5,8 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | l% | Uranium 235 Bq/l | l% | Uranium 238 Bq/l | l% | Uranium pondéral µg/l | l% |
|-----------|---------------------------------------|-----|----------------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| M62 EA 03 | Saint-Yorre (Allier) | 3 | Royale | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| M71 EA 03 | Vichy (Allier) | 3 | Célestins | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| M55 EA 43 | Saint Géron (Haute-Loire) | 43 | Gallo romaine | 0,033 | 12 | 0,0012 | 12 | 0,026 | 10 | 2,1 | 10 |
| M18 EA 63 | Châteauneuf-les-Bains (Puy-de-Dôme) | 63 | Castel Rocher | 0,014 | 24 | 0,00037 | 24 | 0,0080 | 20 | 0,65 | 20 |
| M19 EA 63 | Châteldon (Puy-de-Dôme) | 63 | Sergentale | 0,20 | 12 | 0,0032 | 12 | 0,069 | 10 | 5,6 | 10 |
| M28 EA 63 | Le Breuil-sur-Couze (Puy-de-Dôme) | 63 | Marie-Christine-Nord | 0,074 | 12 | 0,0012 | 12 | 0,026 | 10 | 2,1 | 10 |
| M52 EA 63 | Beauregard Vendon (Puy-de-Dôme) | 63 | Des Romains | 0,019 | 24 | 0,00029 | 24 | 0,0063 | 20 | 0,51 | 20 |
| M54 EA 63 | Saint-Diéry (Puy-de-Dôme) | 63 | Renlaigue | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0012 | * | < 0,10 | * |
| M60 EA 63 | Saint-Maurice-ès-Allier (Puy-de-Dôme) | 63 | La Chapelle | 0,012 | 24 | 0,00045 | 24 | 0,0098 | 20 | 0,79 | 20 |
| M74 EA 63 | Volvic (Puy-de-Dôme) | 63 | Clairvic | 0,0048 | 42 | 0,00018 | 42 | 0,0039 | 40 | 0,31 | 40 |

Eaux minérales naturelles: région AUVERGNE
Résultats des analyses complémentaires

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Radium 226 Bq/l | I% | Polonium 210 Bq/l | I% | Plomb 210 Bq/l | I% | Radium 228 Bq/l | I% | DTI mSv/an |
|------------------|---------------------------|-----------|---------------|-----------------|----|-------------------|----|----------------|----|-----------------|----|-------------|
| M62 EA 03 | Saint-Yorre (Allier) | 3 | Royale | 0,22 | 22 | < 0,0035 | * | < 0,097 | * | 0,15 | 19 | 0,12 |
| M71 EA 03 | Vichy (Allier) | 3 | Célestins | 0,10 | 24 | 0,0034 | 76 | < 0,088 | * | 0,046 | 43 | 0,047 |
| M55 EA 43 | Saint Geron (Haute-Loire) | 43 | Gallo romaine | 0,060 | 72 | 0,0090 | 48 | < 0,044 | * | < 0,030 | * | 0,022 |
| M19 EA 63 | Châteldon (Puy-de-Dôme) | 63 | Sergentale | 0,19 | 22 | 0,0029 | 99 | < 0,096 | * | 0,25 | 13 | 0,17 |

Eaux minérales naturelles: région BRETAGNE
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|-------------------------|-----|--------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| M48 EA 22 | Plancoët (Côte-d'Armor) | 22 | Sassay | 0,0094 | 57 | 0,15 | 33 | 4,8 | 10 | 0,016 | >100 | < 5,1 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|-------------------------|-----|--------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| M48 EA 22 | Plancoët (Côte-d'Armor) | 22 | Sassay | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |

Eaux minérales naturelles: région CENTRE
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|-------------------------------|-----|----------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| M06 EA 45 | Chambon-la-Forêt (Loiret) | 45 | Alizée | 0,065 | 25 | 0,13 | 74 | 2,4 | 10 | 0,063 | >100 | < 5,0 | * |
| M07 EA 45 | Chambon-la-Forêt (Loiret) | 45 | Alizée | 0,086 | 21 | 0,072 | 70 | 2,4 | 10 | 0,005 | >100 | < 5,0 | * |
| M15 EA 45 | Chambon-la-Forêt (Loiret) | 45 | Montfras | 0,17 | 18 | 0,15 | 35 | 3,7 | 10 | 0,047 | >100 | < 5,0 | * |
| M61 EA 45 | Saint-Martin d'Abbat (Loiret) | 45 | Native | 0,025 | 45 | 0,22 | 30 | 6,3 | 10 | 0,044 | >100 | 4,0 | 58 |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|-------------------------------|-----|----------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| M06 EA 45 | Chambon-la-Forêt (Loiret) | 45 | Alizée | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| M07 EA 45 | Chambon-la-Forêt (Loiret) | 45 | Alizée | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| M15 EA 45 | Chambon-la-Forêt (Loiret) | 45 | Montfras | 0,0035 | 42 | 0,00019 | 42 | 0,0042 | 40 | 0,34 | 40 |
| M61 EA 45 | Saint-Martin d'Abbat (Loiret) | 45 | Native | < 0,0013 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |

Eaux minérales naturelles: région CENTRE
Résultats des analyses complémentaires

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Radium 226 Bq/l | I% | Polonium 210 Bq/l | I% | Plomb 210 Bq/l | I% | Radium 228 Bq/l | I% | DTI mSv/an |
|-----------|---------------------------|-----|----------|-----------------|----|-------------------|----|----------------|----|-----------------|----|------------|
| M15 EA 45 | Chambon-la-Forêt (Loiret) | 45 | Montfras | 0,053 | 26 | < 0,0034 | * | < 0,042 | * | < 0,027 | * | 0,011 |

Eaux minérales naturelles: région CORSE
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|-------------------------------|-----|------------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| M45 EA 2B | Rappagio Orezza (Haute-Corse) | 2B | Sorgente Sottana | < 0,011 | * | 0,051 | 82 | 1,5 | 10 | 0,009 | >100 | < 5,0 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|-------------------------------|-----|------------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| M45 EA 2B | Rappagio Orezza (Haute-Corse) | 2B | Sorgente Sottana | 0,0020 | 71 | 0,000081 | 70 | 0,0018 | 70 | 0,14 | 69 |

Eaux minérales naturelles: région LANGUEDOC ROUSSILLON
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|---------------------------------|-----|----------------------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| M47 EA 30 | Perrier (Gard) | 30 | Perrier | 0,089 | 21 | < 0,24 | * | < 1,0 | * | < 0,24 | * | < 5,1 | * |
| M32 EA 34 | Les Aires (Hérault) | 34 | La Cairolle | 0,11 | 38 | 0,73 | 80 | 18 | 10 | 0,23 | >100 | < 5,0 | * |
| M34 EA 34 | La Salvetat-sur-Agout (Hérault) | 34 | Rieumajou | < 0,018 | * | < 0,24 | * | 2,1 | 10 | < 0,24 | * | < 5,0 | * |
| M35 EA 34 | Les Aires (Hérault) | 34 | La Vernière | 0,34 | 49 | 0,80 | 24 | 17 | 10 | 0,33 | 60 | < 5,0 | * |
| M56 EA 34 | Les Aires (Hérault) | 34 | Saint Michel de Mourcairol | 0,15 | 28 | 1,9 | 24 | 56 | 10 | 0,34 | >100 | < 5,0 | * |
| M50 EA 48 | Quézac (Lozère) | 48 | Diva | 0,042 | 59 | 1,1 | 24 | 39 | 10 | 0,06 | >100 | < 5,1 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|---------------------------------|-----|----------------------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| M47 EA 30 | Perrier (Gard) | 30 | Perrier | 0,033 | 12 | 0,0021 | 12 | 0,046 | 10 | 3,7 | 10 |
| M32 EA 34 | Les Aires (Hérault) | 34 | La Cairolle | 0,048 | 12 | 0,00063 | 12 | 0,014 | 10 | 1,1 | 10 |
| M34 EA 34 | La Salvetat-sur-Agout (Hérault) | 34 | Rieumajou | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| M35 EA 34 | Les Aires (Hérault) | 34 | La Vernière | 0,026 | 24 | 0,00042 | 24 | 0,0090 | 20 | 0,73 | 20 |
| M56 EA 34 | Les Aires (Hérault) | 34 | Saint Michel de Mourcairol | 0,055 | 12 | 0,00085 | 12 | 0,018 | 10 | 1,5 | 10 |
| M50 EA 48 | Quézac (Lozère) | 48 | Diva | 0,034 | 12 | 0,0011 | 12 | 0,024 | 10 | 1,9 | 10 |

Eaux minérales naturelles: région LANGUEDOC ROUSSILLON
Résultats des analyses complémentaires

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Radium 226 Bq/l | I% | Polonium 210 Bq/l | I% | Plomb 210 Bq/l | I% | Radium 228 Bq/l | I% | DTI mSv/an |
|-----------|---------------------|-----|----------------------------|-----------------|----|-------------------|----|----------------|----|-----------------|----|------------|
| M32 EA 34 | Les Aires (Hérault) | 34 | La Cairolle | 0,016 | 56 | 0,0021 | 94 | < 0,084 | * | < 0,046 | * | 0,007 |
| M35 EA 34 | Les Aires (Hérault) | 34 | La Vernière | 0,16 | 22 | 0,0046 | 63 | < 0,045 | * | 0,039 | 33 | 0,058 |
| M56 EA 34 | Les Aires (Hérault) | 34 | Saint Michel de Mourcairol | 0,057 | 26 | < 0,0037 | * | < 0,092 | * | < 0,049 | * | 0,014 |

Eaux minérales naturelles: région LORRAINE
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N°IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|------------------------|-----|----------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|----|--------------|----|
| M21 EA 88 | Contrexéville (Vosges) | 88 | Source contrex | 0,073 | 48 | < 0,39 | * | 3,3 | 10 | < 0,39 | * | < 5,0 | * |
| M27 EA 88 | Vittel (Vosges) | 88 | Hépar | 0,075 | 80 | < 0,50 | * | 4,1 | 10 | < 0,50 | * | < 5,0 | * |
| M72 EA 88 | Vittel (Vosges) | 88 | Bonne Source | 0,045 | 31 | 0,13 | 61 | 5,0 | 10 | < 1,0 | * | < 5,0 | * |
| M73 EA 88 | Vittel (Vosges) | 88 | Grande Source | 0,099 | 25 | < 0,20 | * | 2,3 | 10 | < 0,20 | * | 3,0 | 98 |

| N°IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|------------------------|-----|----------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| M21 EA 88 | Contrexéville (Vosges) | 88 | Source contrex | 0,041 | 12 | 0,00078 | 12 | 0,017 | 10 | 1,4 | 10 |
| M27 EA 88 | Vittel (Vosges) | 88 | Hépar | 0,057 | 12 | 0,0011 | 12 | 0,024 | 10 | 2,0 | 10 |
| M72 EA 88 | Vittel (Vosges) | 88 | Bonne Source | 0,026 | 42 | 0,00024 | 40 | 0,0052 | 40 | 0,42 | 40 |
| M73 EA 88 | Vittel (Vosges) | 88 | Grande Source | 0,016 | 12 | 0,00062 | 12 | 0,014 | 10 | 1,1 | 10 |

Eaux minérales naturelles: région MIDI-PYRÉNÉES
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta global résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|---|-----|--------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|--------------------------------------|----|--------------|----|
| M39 EA 09 | Auzat (Ariège) | 9 | Montcalm | < 0,014 | * | < 0,068 | * | < 1,0 | * | < 0,068 | * | < 5,1 | * |
| M37 EA 31 | Bagnères de Luchon (Haute-Garonne) | 31 | Lapade | < 0,016 | * | < 0,069 | * | < 1,0 | * | < 0,069 | * | < 5,1 | * |
| M40 EA 81 | Lacaune (Tarn) | 81 | Mont-Roucous | 0,039 | 23 | 0,096 | 91 | < 1,0 | * | 0,096 | 91 | < 5,0 | * |
| M59 EA 82 | Saint-Antonin-Noble-Val (Tarn-et-Garonne) | 82 | Prince-Noir | 0,060 | 62 | < 0,61 | * | 3,1 | 10 | < 0,61 | * | < 5,0 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|---|-----|--------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| M39 EA 09 | Auzat (Ariège) | 9 | Montcalm | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| M37 EA 31 | Bagnères de Luchon (Haute-Garonne) | 31 | Lapade | 0,0046 | 42 | 0,00016 | 42 | 0,0035 | 40 | 0,28 | 40 |
| M40 EA 81 | Lacaune (Tarn) | 81 | Mont-Roucous | 0,0072 | 24 | 0,00031 | 21 | 0,0067 | 20 | 0,54 | 20 |
| M59 EA 82 | Saint-Antonin-Noble-Val (Tarn-et-Garonne) | 82 | Prince-Noir | 0,027 | 12 | 0,00091 | 12 | 0,020 | 10 | 1,6 | 10 |

Eaux minérales: région NORD PAS-DE-CALAIS
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N ° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|-----------------------------|-----|------------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| M08 EA 59 | Saint-Amand-les-Eaux (Nord) | 59 | Amanda | 0,12 | 30 | < 0,35 | * | 7,2 | 10 | 0,052 | >100 | < 5,0 | * |
| M23 EA 59 | Mérignies (Nord) | 59 | Léa | 0,077 | 50 | 0,29 | 29 | 9,4 | 10 | 0,028 | >100 | < 5,2 | * |
| M44 EA 59 | Saint-Amand-les-Eaux (Nord) | 59 | Orée du Bois | 0,11 | 74 | < 0,38 | * | 6,9 | 10 | < 0,38 | * | < 5,0 | * |
| M58 EA 59 | Saint-Amand-les-Eaux (Nord) | 59 | Clos de l'Abbaye | 0,064 | 29 | 0,18 | 46 | 4,6 | 10 | 0,052 | >100 | < 5,0 | * |
| M69 EA 59 | Saint-Amand-les-Eaux (Nord) | 59 | Vauban 97 | 0,29 | 30 | 0,35 | 64 | 6,6 | 10 | 0,17 | >100 | < 5,0 | * |
| M77 EA 59 | Perenchies (Nord) | 59 | Saint léger | 0,098 | 34 | 0,66 | 23 | 21 | 10 | 0,074 | >100 | < 5,2 | * |

| N ° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|-----------------------------|-----|------------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| M08 EA 59 | Saint-Amand-les-Eaux (Nord) | 59 | Amanda | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| M23 EA 59 | Mérignies (Nord) | 59 | Léa | 0,0036 | 71 | 0,00010 | 70 | 0,0031 | 70 | 0,17 | 70 |
| M44 EA 59 | Saint-Amand-les-Eaux (Nord) | 59 | Orée du Bois | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| M58 EA59 | Saint-Amand-les-Eaux (Nord) | 59 | Clos de l'Abbaye | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| M69 EA 59 | Saint-Amand-les-Eaux (Nord) | 59 | Vauban 97 | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| M77 EA 59 | Perenchies (Nord) | 59 | Saint léger | < 0,0025 | * | < 0,000058 | * | < 0,0012 | * | < 0,10 | * |

Eaux minérales: NORD PAS-DE-CALAIS
Résultats des analyses complémentaires

| N ° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Radium 226 Bq/l | I% | Polonium 210 Bq/l | I% | Plomb 210 Bq/l | I% | Radium 228 Bq/l | I% | TDTI mSv/an |
|-----------|-----------------------------|-----|--------------|-----------------|----|-------------------|----|----------------|----|-----------------|----|-------------|
| M08 EA 59 | Saint-Amand-les-Eaux (Nord) | 59 | Amanda | 0,042 | 26 | 0,0023 | 90 | < 0,082 | * | < 0,045 | * | 0,011 |
| M44 EA 59 | Saint-Amand-les-Eaux (Nord) | 59 | Orée du Bois | 0,014 | 83 | < 0,0027 | * | < 0,056 | * | < 0,037 | * | 0,003 |
| M69 EA 59 | Saint-Amand-les-Eaux (Nord) | 59 | Vauban 97 | 0,051 | 31 | < 0,0036 | * | < 0,056 | | < 0,037 | * | 0,010 |

Eaux minérales naturelles: région PROVENCE-ALPES-COTE d'AZUR
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|------------------------------------|-----|----------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|----|--------------|----|
| M63 EA 04 | Montclar (Alpes de Haute-Provence) | 04 | Montclar | < 0,011 | * | < 0,069 | * | < 1,0 | * | < 0,069 | * | < 5,1 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|------------------------------------|-----|----------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| M63 EA 04 | Montclar (Alpes de Haute-Provence) | 04 | Montclar | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |

Eaux minérales naturelles: région RHÔNE-ALPES
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|---|-----|------------------------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| M09 EA 07 | Arcens (Ardèche) | 7 | Ida | 0,041 | 73 | 0,24 | 48 | 6,2 | 10 | 0,067 | >100 | < 5,1 | * |
| M17 EA 07 | Meyras (Ardèche) | 7 | Chantemerle | 0,024 | 29 | 0,072 | 88 | 2,0 | 10 | 0,016 | >100 | < 5,1 | * |
| M31 EA 07 | Asperjoc (Ardèche) | 7 | La Ferrugineuse Incomparable | 1,2 | 16 | 1,4 | 26 | 34 | 10 | 0,45 | 82 | < 5,1 | * |
| M36 EA 07 | Prades (Ardèche) | 7 | Vernet Ouest | 0,14 | 29 | 0,78 | 41 | 26 | 10 | 0,055 | >100 | < 5,1 | * |
| M51 EA 07 | Asperjoc (Ardèche) | 7 | La Reine des Basaltes | 0,25 | 22 | 1,1 | 27 | 29 | 10 | 0,29 | >100 | < 5,1 | * |
| M65 EA 07 | Vals-les-Bains (Ardèche) | 7 | Manon | 0,17 | 33 | 1,3 | 26 | 47 | 10 | <1,0 | * | < 5,1 | * |
| M66 EA 07 | Vals-les-Bains (Ardèche) | 7 | Saint Pierre | 0,043 | 61 | 1,2 | 31 | 35 | 10 | 0,22 | >100 | < 5,1 | * |
| M67 EA 07 | Vals-les-Bains (Ardèche) | 7 | Saint-Jean | 0,018 | 58 | 0,73 | 24 | 24 | 10 | 0,060 | >100 | < 5,1 | * |
| M68 EA 07 | Vals-les-Bains (Ardèche) | 7 | Vivaraise | 0,094 | 62 | 1,2 | 24 | 38 | 10 | 0,14 | >100 | < 5,1 | * |
| M70 EA 07 | Meyras (Ardèche) | 7 | Ventadour | 0,045 | 44 | 0,13 | 52 | 2,1 | 10 | 0,071 | 96 | 7,0 | 34 |
| M33 EA 26 | Propiac (Drôme) | 26 | La Française | 0,099 | 56 | 0,72 | 49 | 26 | 10 | < 1,0 | * | < 5,1 | |
| M11 EA 42 | Saint-Galmier (Loire) | 42 | Badoit | 0,077 | 35 | 0,31 | 51 | 10 | 10 | 0,031 | >100 | < 5,0 | * |
| M26 EA 42 | Saint-Alban-les-Eaux (Loire) | 42 | Faustine | 0,035 | 60 | 0,82 | 27 | 27 | 10 | 0,067 | >100 | < 5,0 | * |
| M46 EA 42 | Saint-Romain-le-Puy (Loire) | 42 | Parot 1 | 0,25 | 30 | 3,0 | 25 | 110 | 11 | <1,0 | * | < 5,0 | * |
| M49 EA 42 | Saint-Romain-le-Puy (Loire) | 42 | Puits-St-Georges | 0,93 | 33 | 1,1 | 28 | 18 | 10 | 0,60 | 35 | < 5,0 | * |
| M03 EA 73 | Grésy-sur-Aix (Savoie) | 73 | Raphy-St-Simon Est | 0,32 | 17 | 0,21 | 35 | 2,2 | 10 | 0,14 | 52 | < 5,2 | * |
| M24 EA 74 | Orcier (Haute-Savoie) | 74 | Saint-François | 0,015 | 41 | 0,073 | 55 | 1,2 | 10 | 0,040 | 100 | < 5,2 | * |
| M25 EA 74 | Évian, Publier, Neuvecelle et Maxilly(Haute-Savoie) | 74 | Cachat | 0,051 | 54 | < 0,096 | * | 1,1 | 10 | < 0,096 | * | < 5,0 | * |
| M64 EA 74 | Thonon les Bains (Haute-Savoie) | 74 | La Versoie | 0,030 | 36 | 0,065 | 61 | 1,2 | 10 | 0,032 | >100 | < 5,2 | * |

Eaux minérales naturelles: région RHÔNE-ALPES
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | l% | Uranium 235 Bq/l | l% | Uranium 238 Bq/l | l% | Uranium pondéral µg/l | l% |
|-----------|---|-----|------------------------------|---------------------|----|---------------------|----|---------------------|----|--------------------------|----|
| M09 EA 07 | Arcens (Ardèche) | 7 | Ida | 0,012 | 71 | 0,00011 | 70 | 0,0023 | 70 | 0,19 | 69 |
| M17 EA 07 | Meyras (Ardèche) | 7 | Chantemerle | < 0,0025 | * | <0,000058 | * | < 0,0012 | * | < 0,10 | * |
| M31 EA 07 | Asperjoc (Ardèche) | 7 | La Ferrugineuse Incomparable | 0,027 | 12 | 0,0012 | 12 | 0,025 | 10 | 2,0 | 10 |
| M36 EA 07 | Prades (Ardèche) | 7 | Vernet Ouest | 0,0044 | 42 | 0,00018 | 40 | 0,0040 | 40 | 0,32 | 40 |
| M51 EA 07 | Asperjoc (Ardèche) | 7 | La Reine des Basaltes | 0,039 | 12 | 0,0017 | 12 | 0,036 | 10 | 2,9 | 10 |
| M65 EA 07 | Vals-les-Bains (Ardèche) | 7 | Manon | 0,012 | 24 | 0,00037 | 21 | 0,0081 | 20 | 0,65 | 20 |
| M66 EA 07 | Vals-les-Bains (Ardèche) | 7 | Saint Pierre | 0,0028 | 71 | 0,000086 | 70 | 0,0019 | 70 | 0,16 | 70 |
| M67 EA 07 | Vals-les-Bains (Ardèche) | 7 | Saint-Jean | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| M68 EA 07 | Vals-les-Bains (Ardèche) | 7 | Vivaraise | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | 0,0017 | 70 | 0,13 | 70 |
| M70 EA 07 | Meyras (Ardèche) | 7 | Ventadour | < 0,0013 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| M33 EA 26 | Propiac (Drôme) | 26 | La Française | 0,046 | 15 | 0,0019 | 12 | 0,042 | 10 | 3,4 | 10 |
| M11 EA 42 | Saint-Galmier (Loire) | 42 | Badoit | 0,044 | 12 | 0,00083 | 12 | 0,018 | 10 | 1,5 | 10 |
| M26 EA 42 | Saint-Alban-les-Eaux (Loire) | 42 | Faustine | 0,047 | 24 | 0,00041 | 24 | 0,0087 | 20 | 0,71 | 20 |
| M46 EA 42 | Saint-Romain-le-Puy (Loire) | 42 | Parot 1 | 0,019 | 42 | 0,00021 | 42 | 0,0045 | 40 | 0,37 | 40 |
| M49 EA 42 | Saint-Romain-le-Puy (Loire) | 42 | Puits-St-Georges | 0,30 | 12 | 0,0098 | 12 | 0,21 | 10 | 17 | 10 |
| M03 EA 73 | Grésy-sur-Aix (Savoie) | 73 | Raphy-St-Simon Est | < 0,0026 | * | < 0,000058 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| M24 EA 74 | Orcier (Haute-Savoie) | 74 | Saint-François | 0,010 | 24 | 0,00039 | 21 | 0,0085 | 20 | 0,69 | 20 |
| M25 EA 74 | Evian, Publier, Neuvecelle et Maxilly(Haute-Savoie) | 74 | Cachat | 0,026 | 12 | 0,0011 | 12 | 0,023 | 10 | 1,9 | 10 |
| M64 EA 74 | Thonon les Bains (Haute-Savoie) | 74 | La Versoie | 0,010 | 24 | 0,00039 | 21 | 0,0084 | 20 | 0,68 | 20 |

Eaux minérales naturelles: région RHÔNE-ALPES
Résultats des analyses complémentaires

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Radium 226 Bq/l | I% | Polonium 210 Bq/l | I% | Plomb 210 Bq/l | I% | Radium 228 Bq/l | I% | DTI mSv/an |
|-----------|-----------------------------|-----|------------------------------|--------------------|----|----------------------|----|-------------------|----|--------------------|----|---------------|
| M31 EA 07 | Asperjoc (Ardèche) | 7 | La Ferrugineuse Incomparable | 0,45 | 32 | 0,014 | 29 | 0,062 | 37 | 0,11 | 17 | 0,19 |
| M36 EA 07 | Prades (Ardèche) | 7 | Vernet Ouest | 0,029 | 34 | 0,0032 | 75 | < 0,047 | * | 0,043 | 35 | 0,031 |
| M51 EA 07 | Asperjoc (Ardèche) | 7 | La Reine des Basaltes | 0,053 | 76 | 0,0065 | 43 | 0,039 | 56 | < 0,028 | * | 0,039 |
| M65 EA 07 | Vals-les-Bains (Ardèche) | 7 | Manon | 0,018 | 48 | < 0,0049 | * | < 0,048 | * | < 0,041 | * | 0,004 |
| M46 EA 42 | Saint-Romain-le-Puy (Loire) | 42 | Parot 1 | 0,15 | 26 | 0,0029 | 90 | 0,092 | * | 0,17 | 17 | 0,12 |
| M49 EA 42 | Saint-Romain-le-Puy (Loire) | 42 | Puits-St-Georges | 0,32 | 24 | 0,025 | 23 | 0,052 | 60 | < 0,037 | * | 0,13 |
| M03 EA 73 | Grésy-sur-Aix (Savoie) | 73 | Raphy-St-Simon Est | 0,083 | 48 | < 0,0034 | * | < 0,042 | * | < 0,036 | * | 0,017 |

Eaux minérales naturelles: région DROM-COM
Résultats des analyses systématiques et des mesures d'uranium

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Activité alpha globale Bq/l | I% | Activité bêta globale Bq/l | I% | Potassium mg/l | I% | Activité bêta globale résiduelle Bq/l | I% | Tritium Bq/l | I% |
|-----------|-----------------------------|-----|-----------------|-----------------------------|----|----------------------------|----|----------------|----|---------------------------------------|------|--------------|----|
| M22 EA972 | Fort-de-France (Martinique) | 972 | Fontaine Didier | < 0,040 | * | 0,49 | 38 | 15 | 10 | 0,072 | >100 | < 5,0 | * |
| M20 EA974 | Saint-Louis (Réunion) | 974 | Véronique | < 0,032 | * | 0,22 | 70 | 5,9 | 10 | 0,055 | >100 | < 5,0 | * |

| N° IRSN | Lieu exploitation | Dpt | Source | Uranium 234 Bq/l | I% | Uranium 235 Bq/l | I% | Uranium 238 Bq/l | I% | Uranium pondéral µg/l | I% |
|-----------|-----------------------------|-----|-----------------|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| M22 EA972 | Fort-de-France (Martinique) | 972 | Fontaine Didier | < 0,0026 | * | < 0,000060 | * | < 0,0013 | * | < 0,10 | * |
| M20 EA974 | Saint-Louis (Réunion) | 974 | Véronique | 0,0036 | 71 | 0,000095 | 70 | 0,0020 | 70 | 0,16 | 69 |

ANNEXE III : RÉFÉRENCES

[1] Arrêté du 1^{er} septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants, JORF, NOR : SANCO323527A, RY 58003-58068,

@ http://www.legifrance.gouv.fr/jopdf/common/jo_pdf.jsp?numJO=0&dateJO=20031113&numTexte=2&pageDebut=58003&pageFin=58068

[2] Bilan sur la qualité radiologique des eaux mise en distribution en France 2005-2007, publication conjointe du ministère chargé de la santé, de l'ASN et de l'IRSN, février 2011.

@ http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/bilan_100609.pdf

[3] Bilan sur la qualité radiologique des eaux du robinet 2008-2009, publication conjointe du ministère chargé de la santé, de l'ASN et de l'IRSN, février 2011.

@ <http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/bil0809-2.pdf>

[4] Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2010-2011, IRSN, décembre 2012, pp. 1-308.

@ http://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/surveillance-environnement/Pages/bilan-surveillance-radioactivite-environnement-france-2010-2011.aspx

[5] UNSCEAR 2008 Report: "Sources and effects of ionizing radiation", Volume I, Annex B, Exposures from natural radiation sources, pp. 84-156

@ <http://www.unscear.org/docs/reports/annexb.pdf>

[6] Guideline for Drinking-Water Quality, 4th Edition, World Health Organization (ISBN 978 92 4 154815 1).

@ http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241548151_eng.pdf

[7] Recommandation de la Commission du 20 décembre 2001 concernant la protection de la population contre l'exposition au radon dans l'eau potable [notifiée sous le numéro C (2001) 4580],

@ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32001H0928:FR:HTML>

[8] Arrêté du 14 mars 2007 relatif aux critères de qualité des eaux conditionnées, aux traitements et mentions d'étiquetage particuliers des eaux minérales naturelles et des eaux de source conditionnées ainsi que de l'eau minérale naturelle distribuée en buvette publique, JORF, NOR : SANP0721398A, texte 41 sur 117, 5 avril 2007,

@ http://www.legifrance.gouv.fr/jopdf/common/jo_pdf.jsp?numJO=0&dateJO=20070405&numTexte=46&pageDebut=06431&pageFin=06439

[9] Circulaire N° DGS/EA4/2007/232 du 13 juin 2007 relative au contrôle et à la gestion du risque sanitaire liés à la présence de radionucléides dans les eaux destinées à la consommation humaine, à l'exception des eaux conditionnées et des eaux minérales naturelles ainsi que son annexe I, note de l'ASN relative au contrôle sanitaire de la qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine, NOR : SJSP0730515C.

@ <http://www.sante.gouv.fr/fichiers/bo/2007/07-07/a0070161.htm>

[10] Bilan national de la qualité des eaux conditionnées en 2011, sur la base du contrôle sanitaire assuré par les agences régionales de santé, Novembre 2012, Direction Générale de la Santé, pp 1-24

@ http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Bilan_national_de_la_qualite_des_eaux_conditionnees_en_2011.pdf

[11] Arrêté du 17 septembre 2003 relatif aux méthodes d'analyse des échantillons d'eau et à leurs caractéristiques de performance, JORF, NOR : SANP0323688A, 19027-19033, 7 novembre 2003,

@ http://www.legifrance.gouv.fr/jopdf/common/jo_pdf.jsp?numJO=0&dateJO=20031107&numTexte=20&pageDebut=19027&pageFin=19033

[12] Lignes directrices pour l'évaluation des eaux minérales naturelles au regard de la sécurité sanitaire, AFSSA, mai 2008, pp 1-88.

