

## NOTE RELATIVE AU CONTRÔLE SANITAIRE DE LA QUALITÉ RADIOLOGIQUE DES EAUX DESTINÉES À LA CONSOMMATION HUMAINE

Des nouveaux programmes de contrôle de la qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine sont en cours de mise en place depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2005. Ils sont fondés sur la mesure d'indicateurs destinés à évaluer la dose d'exposition aux rayonnements ionisants d'origine naturelle attribuable à l'ingestion régulière des eaux utilisées pour la consommation humaine. Le cas échéant, ces indicateurs peuvent également servir à déclencher l'alerte en cas de contamination de la ressource exploitée par des radionucléides en provenance d'activités nucléaires.

La présente note apporte en première partie des informations générales sur les indicateurs de la qualité radiologique des eaux. La deuxième partie présente les éléments nécessaires à l'organisation du contrôle sanitaire et enfin, la troisième propose des modalités de gestion en cas de non-respect des références de qualité et des valeurs guides associées aux indicateurs de qualité, ainsi que des éléments d'information des consommateurs.

La présente note ne traite pas des eaux conditionnées.

### I. LES INDICATEURS DE LA QUALITÉ RADIOLOGIQUE DES EAUX

#### I.1. INDICATEURS, RÉFÉRENCES DE QUALITÉ ET VALEURS GUIDES

L'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux introduit quatre indicateurs pour la qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine.

Les quatre indicateurs retenus sont l'activité en tritium (en  $\text{Bq}\cdot\text{L}^{-1}$ ), l'activité alpha globale (en  $\text{Bq}\cdot\text{L}^{-1}$ ), l'activité bêta globale résiduelle (en  $\text{Bq}\cdot\text{L}^{-1}$ ) et la dose totale indicative - ou DTI - (en  $\text{mSv}\cdot\text{an}^{-1}$ ).

Les valeurs des trois premiers indicateurs (les activités en tritium, alpha globale et bêta globale résiduelle) sont issues directement d'analyses effectuées en laboratoire à partir des échantillons d'eau prélevés. Leur mesure figure dans les programmes de contrôle sanitaire des eaux de consommation définis par les arrêtés du 11 janvier 2007 référencés en Annexe 4.

Le quatrième indicateur, la dose totale indicative, représente la dose efficace<sup>1</sup> résultant de l'incorporation des radionucléides présents dans l'eau durant une année de consommation. Elle est obtenue par le calcul, à partir des méthodes et des coefficients de dose définis par l'arrêté du 1<sup>er</sup> septembre 2003. Son évaluation permet d'estimer la part de l'exposition aux rayonnements ionisants apportée par les eaux de consommation. Le calcul de la dose ne peut être effectué qu'à

---

<sup>1</sup> Pour une définition de la dose efficace, voir annexe 13-8 du code de la santé publique.

partir de l'identification et de la quantification des concentrations des radionucléides présents, ceux-ci n'étant à rechercher que si les résultats de mesure des activités alpha globale et bêta globale résiduelle ou tritium le justifient<sup>2</sup>.

Ces indicateurs permettent de connaître le « profil radiologique » des eaux distribuées, compte tenu de la présence des radionucléides naturels caractéristiques des terrains géologiques dans lesquels l'eau prélevée a séjourné (bruit de fond naturel). Ils servent également à détecter une présence anormale de radionucléides, artificiels ou naturels. En particulier, en situation accidentelle, ces indicateurs contribueraient à mettre en évidence une contamination radiologique de l'environnement.

Chacun de ces paramètres radiologiques est assorti :

- soit de références de qualité (100 Bq · L<sup>-1</sup> en activité tritium et 0,1 mSv · an<sup>-1</sup> pour la DTI), dont le dépassement peut conduire à la mise en œuvre de mesures correctives en application de l'article R. 1321-28 du code de la santé publique ;
- soit d'une valeur guide correspondant à un seuil d'action requérant la mise en œuvre d'un programme d'analyses spécifique défini par l'arrêté du 12 mai 2004 (0,1 Bq · L<sup>-1</sup> en activité alpha globale et 1,0 Bq · L<sup>-1</sup> en activité bêta globale résiduelle).

La valeur de chacun de ces indicateurs ne constitue pas une valeur limite de potabilité :

- lorsque la radioactivité est d'origine naturelle, la connaissance de ces indicateurs revêt essentiellement une valeur informative. Elle permet d'évaluer la contribution de cette radioactivité d'origine naturelle à l'exposition aux rayonnements ionisants par ingestion. En outre, pour des valeurs d'exposition (DTI) élevées, elle peut conduire à des recommandations voire, le cas échéant, à des actions correctives ;
- si la présence de radionucléides entraînant une augmentation significative du bruit de fond est d'origine anthropique, ces indicateurs constituent des niveaux d'investigation ou d'action. Le dépassement des valeurs guides ou des références de qualité justifie des expertises complémentaires et conduit, le cas échéant, à des recommandations ou des restrictions de consommation par les autorités sanitaires.

## I.2. CALCUL DE L'ACTIVITE BETA GLOBALE RESIDUELLE

L'activité bêta globale résiduelle est déterminée à partir des résultats de l'activité bêta globale et de la contribution du potassium-40 à l'activité bêta globale<sup>3</sup>. Cette valeur peut être déterminée directement à partir de la concentration en potassium stable dans l'eau. Ainsi, l'activité bêta globale résiduelle est calculée selon la formule<sup>4</sup> suivante :

$$\text{Activité bêta globale résiduelle} = \text{activité bêta globale mesurée} - 27,6 \cdot 10^{-3} \times [\text{K}],$$

avec [K] : concentration en potassium total (en mg · L<sup>-1</sup>).

## I.3. CALCUL DE LA DOSE TOTAL INDICATIVE (DTI)

La DTI est calculée en tenant compte de la totalité des radionucléides mis en évidence, à l'exclusion de ceux à vie courte résultant de la désintégration du radon figurant en annexe de l'arrêté du 12 mai 2004<sup>5</sup>.

<sup>2</sup> Arrêté du 12 mai 2004, article 3 ; voir également l'annexe 1 sur la méthodologie analytique.

<sup>3</sup> Arrêté du 12 mai 2004 fixant les modalités de contrôle de la qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine, article 4-4.1, §1.

<sup>4</sup> Table des isotopes, 7ème édition, CM Lederer & VS Shirley.

<sup>5</sup> A savoir : radon 222, polonium-214, polonium-218, plomb-214, astate-218, bismuth-214, thallium-210.

**Remarque :** la réglementation française est plus contraignante que la directive 98/83/CE, dans la mesure où pour le

Comme préconisé par le modèle utilisé par l’OMS<sup>6</sup>, elle est calculée à partir de la formule suivante, basée sur une consommation de 730 litres par an pour un adulte :

$$DTI = 730 * (\sum_i (C_i * h(g)_i)) * 10^3$$

où :

DTI : dose totale indicative par ingestion d’eau pour un adulte (en mSv an<sup>-1</sup>) ;

C<sub>i</sub> : activité volumique exprimée du radionucléide i (en Bq L<sup>-1</sup>) ;

h(g)<sub>i</sub> : dose efficace engagée par unité d’incorporation du radionucléide i ingéré par un individu adulte (âge > 17 ans)<sup>7</sup> (en Sv.Bq<sup>-1</sup>).

Ce calcul est réalisé pour l’adulte. En effet, en raison des plus faibles volumes d’eau consommés, l’OMS (OMS, 2004) estime que les doses calculées spécifiquement pour d’autres classes d’âge ne seraient pas significativement différentes. Plus précisément, le calcul réalisé pour l’enfant conduirait à des doses plus élevées les premières années, mais le cumul des doses sur une vie entière n’apporte pas de différence significative en terme de risque, malgré des coefficients de dose efficace par unité d’incorporation plus pénalisants (IRSN [2], 2006).

Lorsqu’une activité mesurée est inférieure à la limite de détection correspondante, le radionucléide n’est pas pris en compte dans le calcul de la DTI. Ces limites de détection sont celles mentionnées dans l’arrêté du 17 septembre 2003 (Annexe 2). Si ce dernier ne mentionne pas de limite de détection, celle retenue par le laboratoire sera précisée pour chaque paramètre.

Les incertitudes associées aux résultats des mesures ne sont pas prises en compte dans le calcul de la DTI.

## II. ORGANISATION DU CONTROLE SANITAIRE DE LA QUALITE RADIOLOGIQUE DES EAUX

### II.1. PROGRAMME D’ANALYSE DU CONTROLE SANITAIRE DE LA QUALITE RADIOLOGIQUE DES EAUX

#### II.1.1. Notion d’« analyse de référence »

La notion d’« analyse de référence » a été introduite par l’arrêté du 12 mai 2004 pour qualifier la première analyse radiologique réalisée.

Pour les systèmes de production et de distribution d’eau autorisés en application de l’article L. 1321-7 depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2005, l’analyse de référence doit être jointe au dossier de demande d’autorisation.

Pour les systèmes de production et de distribution d’eau existants au 1<sup>er</sup> janvier 2005, doit être considérée comme analyse de référence la première analyse réalisée conformément aux dispositions de l’arrêté du 12 mai 2004. Cette analyse est importante pour déterminer ensuite le contenu des analyses périodiques et notamment savoir s’il est nécessaire de procéder à la recherche des radionucléides spécifiques pour calculer la DTI.

---

calcul de la DTI les radionucléides présentant une radiotoxicité élevée (plomb-210 et polonium-210 notamment) sont pris en compte. Sur ce point, l’arrêté du 12 mai 2004 intègre partiellement la recommandation de la Commission Européenne du 20 décembre 2001 concernant la protection de la population contre l’exposition au radon dans l’eau potable.

<sup>6</sup> Directives pour l’eau de boisson, Genève, 1994.

<sup>7</sup> Tableau 1.1 en annexe de l’arrêté du 1<sup>er</sup> septembre 2003.

Compte tenu de la charge de travail que ces analyses nouvelles vont entraîner pour les nouveaux laboratoires agréés, il est recommandé de faire porter, dans un premier temps, la priorité des analyses sur les ressources alimentant les populations les plus nombreuses (unités de distribution >5000 habitants). Toutefois, dans un délai de 2 ans, une analyse complète (analyse de référence) devra être réalisée pour caractériser la qualité radiologique des eaux dans l'ensemble des unités de distribution.

### ***II.2.2. Eaux fournies par un réseau de distribution***

L'arrêté du 11 janvier 2007 relatif au programme de prélèvements et d'analyses du contrôle sanitaire pour les eaux fournies par un réseau de distribution fixe les modalités d'organisation du contrôle sanitaire des eaux.

#### **II.2.2.a. Lieu de prélèvement**

Les mesures des activités en tritium, alpha et bêta globales doivent être effectuées au point de mise en distribution, point représentatif de la qualité des eaux distribuées (analyse de type P2).

#### **II.2.2.b. Fréquence des analyses**

Les fréquences de mesure des indicateurs de qualité radiologique, qui tiennent compte des débits journaliers distribués, sont fixées à l'annexe II de l'arrêté du 11 janvier 2007 précité.

L'article 3 de cet arrêté fixe les modifications pouvant être apportées au programme d'analyses :

1) la fréquence d'échantillonnage des paramètres radiologiques peut être réduite « lorsqu'une stabilité des valeurs est observée sur une période de temps significative appréciée par le préfet ». Cette possibilité s'applique en particulier aux ressources souterraines bien protégées vis-à-vis d'une éventuelle contamination provenant de rejets de radionucléides, naturels ou artificiels. Elle ne peut être appliquée en cas de :

- présence à proximité du captage de sources radioactives artificielles ou naturelles susceptibles de modifier la qualité radiologique des eaux brutes,
- mise en place de mesures correctives destinées à réduire la concentration en radionucléides.

2) pour les unités de distribution de taille inférieure à 500 habitants, le contrôle du tritium, peut être exclu « si les eaux distribuées sont susceptibles de ne pas le contenir ». Cette situation, la plus courante, correspond à celle des ressources souterraines, en l'absence de toute activité à proximité susceptible de rejeter ce radionucléide.

S'agissant des adaptations pouvant être apportées au programme de contrôle, outre les résultats des analyses de référence, doit également être prise en compte la présence éventuelle d'activités nucléaires, telles qu'elles sont définies à l'article L.1333-1 du code de la santé publique, ou d'activités industrielles soumises à l'article L.1333-13 de ce code (arrêté du 25 mai 2005) ou encore d'activités minières, passées ou existantes, relevant de l'article 83 du code minier. Pour ces activités, les rejets vers les eaux superficielles, contrôlés ou non, et les risques de contamination des eaux souterraines, susceptibles d'altérer de façon significative, du point de vue analytique, la qualité des eaux brutes prélevées pour la production d'eaux de consommation seront considérés. Pour toutes ces questions, la division territoriale de l'ASN et la DRIRE doivent être en mesure de communiquer toutes informations utiles concernant la localisation de ces activités, qu'elles relèvent ou non du régime des installations nucléaires de base ou de celui relatif aux installations classées.

### ***II.2.3. Eaux utilisées par une entreprise alimentaire ne provenant pas du réseau public de distribution***

L'arrêté du 11 janvier 2007 relatif au programme de prélèvement et d'analyses du contrôle sanitaire pour les eaux utilisées dans une entreprise alimentaire ne provenant pas d'une distribution publique fixe les modalités d'organisation du contrôle sanitaire des eaux.

#### **II.2.3.a. Lieu de prélèvement**

Les prélèvements d'échantillons d'eau sont effectués à la ressource et aux points où l'eau est utilisée dans l'entreprise alimentaire. La répartition des prélèvements entre les différents points de contrôle est fixée par le préfet en fonction des dangers identifiés.

#### **II.2.3.b. Fréquence des analyses**

Les indicateurs (tritium, activités alpha globale et bêta globale résiduelle) font partie du programme d'analyses complémentaires (C). Les fréquences de contrôle sont fixées à l'annexe II de l'arrêté précité.

L'article 3 de cet arrêté fixe les modifications pouvant être apportées au programme d'analyses :

- la fréquence d'analyses de l'ensemble des paramètres radiologiques peut être réduite « lorsqu'une stabilité des valeurs est observée sur une période de temps significative appréciée par le préfet » ;
- « pour les eaux utilisées dans les entreprises alimentaires ne provenant pas d'une distribution publique et lorsque le débit d'eau utilisé est inférieur à 3 m<sup>3</sup>/jour, les indicateurs de qualité radiologique peuvent être exclus de l'analyse de type C, lorsque les eaux sont susceptibles de ne pas les contenir ».

## **II.2. MODALITES DE PRELEVEMENTS ET REALISATION DES ANALYSES**

### ***II.2.1. Prélèvements***

L'article R. 1321-19 du code de la santé publique précise les personnes qui peuvent effectuer les prélèvements dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux.

Les prélèvements pour les analyses de radioactivité ne font pas actuellement l'objet d'une norme spécifique. Toutefois, l'article 3 de l'arrêté du 17 septembre 2003 référencé en Annexe 4 précise que les récipients contenant les échantillons, les produits chimiques ou méthodes utilisés pour conserver un échantillon en vue de l'analyse d'un ou de plusieurs paramètres, le transport et le stockage des échantillons, ainsi que leur préparation en vue de l'analyse ne doivent pas être susceptibles de modifier les résultats de celle-ci par référence aux recommandations des normes d'échantillonnage en vigueur et notamment la norme NF EN ISO 5667-3. Par ailleurs, l'arrêté du 24 janvier 2005 modifié référencé en Annexe 4 rend obligatoire l'accréditation pour les prélèvements et les analyses réalisées sur site. De plus, l'article 9 de cet arrêté précise qu'en cas d'incompatibilité entre les délais fixés par les normes en vigueur pour les prélèvements et ceux fixés par les normes en vigueur pour les analyses, les délais fixés par les normes analytiques priment.

Par ailleurs, le fascicule FD T 90-520 « Qualité de l'eau – Guide technique de prélèvement pour le suivi sanitaire des eaux en application du code de la santé publique » (octobre 2005) qui n'est pas d'application obligatoire fournit des recommandations conformes aux préconisations réglementaires et reprend des recommandations des normes de la série ISO 5667 (Qualité de l'eau – Echantillonnage). Il précise en particulier que si des normes analytiques préconisent des conditions de prélèvements particulières, celles-ci doivent être appliquées.

### ***II.2.2. Analyses et laboratoires agréés***

En application de l'article R\*. 1321-21 du code de la santé publique, les analyses des échantillons d'eau sont réalisées par des laboratoires agréés par le ministre en charge de la santé conformément aux conditions fixées par l'arrêté du 24 janvier 2005 modifié.

L'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) est chargée de l'instruction des dossiers de demande d'agrément concernant les analyses du contrôle sanitaire de la qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine<sup>8</sup>. Après consultation de l'ASN, elle transmet un avis sur le dossier à la Direction Générale de la Santé, qui publie par arrêté la liste des laboratoires agréés au Journal officiel de la République française. Cette liste est consultable sur le site Internet du ministère de la santé<sup>9</sup>.

Lorsque le laboratoire ne dispose pas de tous les agréments nécessaires pour réaliser les analyses spécifiques permettant le calcul de la DTI, et si celui-ci doit être réalisé, un nouvel échantillon doit être prélevé, transmis, puis analysé par un laboratoire disposant des agréments nécessaires. Ce laboratoire, une fois effectuée cette seconde analyse, fournit une estimation de la DTI en annexe de son rapport d'essai.

Le laboratoire de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, Service de Traitement des Echantillons et de Métrologie pour l'Environnement (STEME, Le Vésinet), constitue le laboratoire de référence pour l'ASN. A ce titre, il organise les épreuves d'intercomparaison auxquelles doivent se soumettre les laboratoires sollicitant un agrément pour effectuer des mesures de radioactivité au titre du contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine<sup>10</sup>.

Dans le rapport d'essais fourni par le laboratoire, tout résultat de mesure sera accompagné de son incertitude (avec un facteur d'élargissement  $k = 2$ ). Si le résultat de la mesure est inférieur au seuil de détection, il sera exprimé sous la forme « inférieur à la limite de détection », cette valeur étant précisée.

Pour une analyse portant sur de l'eau brute, une filtration pourra être nécessaire pour la détermination des activités globales  $\alpha$  et  $\beta$ . Dans ce cas, l'activité des matières en suspension pour ces deux paramètres sera déterminée, puis ajoutée aux activités mesurées dans l'eau filtrée.

### **III. GESTION DES DEPASSEMENTS DES VALEURS GUIDES ET REFERENCES DE QUALITE ET ELEMENTS D'INFORMATION DES CONSOMMATEURS**

La comparaison des résultats des analyses pour les quatre indicateurs de radioactivité avec les références de qualité et les valeurs guides permet d'orienter les actions des Directions Départementales des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS).

---

<sup>8</sup> Pour l'instruction des demandes d'agrément, l'Autorité de sûreté nucléaire bénéficie de l'appui technique de l'IRSN. Pour une première demande, une visite du laboratoire demandeur est organisée, afin d'évaluer les conditions de la demande. Les DRASS et DDASS sont invitées à se joindre à cette visite.

A l'issue de cette procédure, l'IRSN remet un avis technique joint aux pièces du dossier.

<sup>9</sup> A l'adresse suivante : <http://www.sante.gouv.fr>, dans la rubrique « Eau/le contrôle sanitaire des eaux ».

<sup>10</sup> Article 8 de l'arrêté du 24 janvier 2005 modifié relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux.



Les incertitudes de mesure ne sont pas prises en compte pour procéder à la comparaison avec les références de qualité et valeurs guides.

### III.1. GESTION DES DEPASSEMENTS DES VALEURS GUIDES

Lorsque les valeurs mesurées sont inférieures respectivement à  $0,1 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$  en activité alpha globale (exprimée en équivalent Pu-239) et  $1,0 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$  en activité bêta globale résiduelle (exprimée en équivalent Sr90-Y90), la dose totale indicative est supposée inférieure à  $0,1 \text{ mSv}$  par an, compte tenu des hypothèses de calcul et du scénario de consommation retenus par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

Lorsque la valeur de l'activité alpha globale mesurée (exprimée en équivalent Pu239) est supérieure à  $0,1 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$  et/ou la valeur de l'activité bêta globale résiduelle (exprimée en équivalent Sr90-Y90) est supérieure à  $1,0 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$ , l'identification et la quantification de l'activité de chacun des radionucléides naturels mentionnés à l'article 5a de l'arrêté du 12 mai 2004<sup>11</sup> doivent être réalisées, afin de vérifier si leur niveau d'activité est compatible avec les activités alpha globale et bêta globale résiduelle mesurées. Si tel est le cas, la dose totale indicative d'origine naturelle est alors calculée.

Si les activités des radionucléides naturels ne suffisent pas à elles seules à expliquer les valeurs mesurées en activité alpha globale et/ou bêta globale résiduelle, il est procédé à l'identification et à la quantification des radionucléides artificiels mentionnés à l'article 5b de l'arrêté du 12 mai 2004<sup>12</sup>.

Le logigramme de l'Annexe 3 détaille la démarche analytique décrite ci-dessus.

### III.2. GESTION DES DEPASSEMENTS DES REFERENCES DE QUALITE

#### *III.2.1. Gestion des dépassements de la référence de qualité en tritium*

La mesure du tritium sert d'indicateur susceptible de révéler la présence de radionucléides artificiels et donc une contamination d'origine humaine. La référence de qualité de  $100 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$  peut être comparée à la valeur de  $7\,800 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$  retenue par l'OMS<sup>13</sup> et qui engendre une dose efficace annuelle de  $0,1 \text{ mSv}$  pour la consommation quotidienne de 2 litres d'une eau à cette concentration. L'activité de  $100 \text{ Bq} \cdot \text{L}^{-1}$  en tritium conduirait alors à une exposition annuelle de  $1,3 \mu\text{Sv}$ .

En cas de dépassement de cette référence de qualité, la présence éventuelle d'autres radionucléides artificiels doit être recherchée, conformément à l'arrêté du 12 mai 2004. Il sera procédé ensuite à une enquête environnementale, en collaboration avec la DRIRE et les divisions territoriales de l'ASN, pour rechercher et, si possible, supprimer les causes de la contamination. Même si le risque sanitaire lié à la présence d'une concentration minimale en tritium dans les eaux de consommation est extrêmement faible, la présence de tritium d'origine anthropique constitue une situation anormale justifiant une enquête et une action corrective.

<sup>11</sup> A savoir : uranium 234, uranium 238, radium 226, radium 228, polonium 210 et plomb 210.

<sup>12</sup> A savoir : carbone 14, strontium 90, radionucléides émetteurs de rayonnements gamma, en particulier cobalt 60, iode 131, césium 134 et césium 137, et radionucléides émetteurs de rayonnements alpha, en particulier plutonium 238, plutonium 239, plutonium 240 et américium 241.

<sup>13</sup> Recommandations pour la qualité de l'eau de boisson, Organisation Mondiale de la Santé, 1994.

### III.2.2. Gestion des dépassements de la DTI

Dans le domaine des rayonnements ionisants, la gestion du risque est fondée sur une hypothèse prudente, adoptée au plan international (publication 60 de la CIPR<sup>14</sup>), d'une relation linéaire sans seuil entre la dose d'exposition et les effets sur la santé. Cette hypothèse a conduit à définir, pour les activités nucléaires, les principes de justification, d'optimisation et de limitation des doses figurant à l'article L.1333-1 du code de la santé publique. Toutefois, l'utilisation des modèles de calcul pour prédire le risque à des doses faibles nécessite beaucoup de prudence si l'on considère que ces modèles ont été établis, par extrapolation, à partir de situations d'exposition aux rayonnements ionisants caractérisées par des doses supérieures à 50-100 mSv, et par de forts débits de dose difficilement comparables à l'exposition résultant d'une consommation régulière d'eaux faiblement radioactives.

D'une manière générale, le calcul de la dose efficace, pour des faibles doses d'exposition, est utile pour comparer l'importance relative de différentes sources d'exposition aux rayonnements ionisants<sup>15</sup>. Ainsi, une dose efficace annuelle de 0,1 mSv an<sup>-1</sup> correspond au dixième de la limite annuelle d'exposition résultant des activités nucléaires pour les personnes du public, valeur fixée par le code de la santé publique (R.1333-8).

La valeur de 0,1 mSv an<sup>-1</sup> peut être comparée à la dose efficace moyenne mondiale annuelle par habitant due aux différentes sources d'exposition aux rayonnements d'origine naturelle soit 2,4 mSv (UNSCEAR, 2000 ; IRSN [1], 2006<sup>16</sup>). L'ingestion (aliments et eaux) contribue en moyenne à cette exposition à concurrence de 0,30 mSv an<sup>-1</sup> (UNSCEAR, 2000, vol. I:140<sup>17</sup> ; IRSN [2], 2006<sup>18</sup>). Cette dose efficace provient principalement de l'ingestion de potassium-40 et des radioéléments issus des séries de l'uranium et du thorium.

#### III.2.2.a. Niveau élevé du bruit de fond naturel

Lorsque le dépassement de la DTI est dû à des radionucléides naturels présents du fait des caractéristiques géologiques du sous-sol, une démarche prudente et pragmatique devra être retenue, en prenant 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.

- *Les solutions techniques disponibles :*

La dilution peut contribuer à une réduction de la dose, ce procédé de traitement n'étant acceptable que pour des eaux naturellement radioactives. Dans ce cas, l'homogénéité du mélange doit pouvoir être garantie. En outre, certains traitements de l'eau autorisés (pour des raisons autres que celle liée à la présence de substances radioactives) peuvent conduire à une réduction significative de la radioactivité naturelle (décantation/filtration par exemple, filtration ou déferrisation/démanganisation, filtration sur support recouvert d'oxydes métalliques...).

- *Les difficultés et les inconvénients liés aux traitements :*

La mise en place d'un traitement des eaux spécifique à la radioactivité peut présenter à terme des difficultés pour maintenir la fiabilité des installations. En particulier, pour les petites unités de distribution, vraisemblablement les plus nombreuses à délivrer des eaux présentant une

<sup>14</sup> Commission internationale de protection radiologique.

<sup>15</sup> cf. avis de la section radioprotection du CSHPF concernant la dose efficace.

<sup>16</sup> IRSN / DRPH, Rannou A., Aubert B., Scanff P., 2006, Exposition de la population française aux rayonnements ionisants, rapport DRPH / SER n°2006-02.

<sup>17</sup> Cette valeur varie, dans le monde, entre 0,2 et 0,8 mSv en dose efficace annuelle moyenne.

<sup>18</sup> IRSN, Thomassin A., 2006, Consommation d'eaux à teneur élevée en radionucléides naturels, risques pour les nourrissons et les jeunes enfants, rapport DRPH/SER n°2006/4.



radioactivité naturelle élevée, la mise en place d'un traitement de filtration insuffisamment maîtrisé pourrait être accompagnée de dysfonctionnements préjudiciables à la qualité globale de l'eau, y compris au plan microbiologique.

En outre, la production d'effluents liquides et de boues faiblement radioactives peut poser un réel problème d'élimination, du fait de la reconcentration des radionucléides, et donc un problème de radioprotection.

Par ailleurs, de nombreuses unités de distribution concernées par une radioactivité naturelle élevée desservent d'une part des populations de faible importance et d'autre part délivrent une eau faisant l'objet d'une simple désinfection voire une eau non désinfectée. La mise en place d'un traitement, accompagné nécessairement d'une étape de désinfection, requiert des moyens en termes d'investissement et de maintenance pouvant être difficiles à mobiliser. C'est pourquoi les moyens mis en œuvre pour réduire les expositions d'origine naturelle dues aux eaux de consommation, devront être proportionnés au niveau de la DTI calculée.

- *Modalités pratiques de gestion des dépassements :*

Il convient de considérer que, en France, la dose efficace moyenne annuelle du fait de l'ingestion (eau/aliments) est estimée à 0,3 mSv, aussi apparaît-il raisonnable de n'envisager sous certaines conditions des actions correctives que lorsque la seule part de l'exposition liée à la consommation d'eau dépassera cette valeur. En outre, il semble nécessaire d'imposer des actions correctives lorsque la dose efficace annuelle dépasse 1 mSv. Cette valeur correspond à la limite annuelle réglementaire<sup>19</sup> fixée pour assurer la protection de la population du fait de l'impact cumulé des activités nucléaires.

1) Dans les cas où la DTI des eaux distribuées est comprise entre 0,1 mSv an<sup>-1</sup> et 0,3 mSv an<sup>-1</sup>, 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 des eaux distribuées dépasse 0,3 mSv an<sup>-1</sup>, il conviendra de rechercher au cas par cas des solutions de réduction des expositions, en tenant compte cependant 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 sera 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 par an, des solutions visant à réduire l'exposition devront impérativement être recherchées et mises en œuvre.

Dans les régions où les eaux sont naturellement faiblement radioactives, il convient d'examiner la situation dans son ensemble (par exemple à l'échelle de l'aquifère) et non de façon isolée. Un bilan départemental voire régional pourra utilement être réalisé puis présenté en Commission départementale compétente en matière d'environnement, de risques sanitaires et technologiques (CoDERST)<sup>20</sup>. Les aspects liés à la communication vers les consommateurs seront examinés à cette occasion (cf. III.3. Eléments d'information des consommateurs).

---

<sup>19</sup> Article R. 1333-8 du code de la santé publique.

<sup>20</sup> Pourra être également prise en compte l'éventuelle présence d'arsenic et d'antimoine, substances fréquemment associées à un contexte de radioactivité naturelle élevée.

Le cas d'une radioactivité naturelle élevée, associée à la présence d'éléments chimiques toxiques tels que l'arsenic à des concentrations supérieures à la limite de qualité, constitue un argument déterminant pour l'abandon du captage.

4) Pour les nouveaux captages d'eau présentant des caractéristiques radiologiques conduisant à une DTI supérieure à  $0,3 \text{ mSv an}^{-1}$ , l'autorisation requise au titre de l'article L. 1321-7 du code de la santé publique ne devrait pas être accordée, sauf le cas échéant, pour faire face à une réelle difficulté d'approvisionnement ou s'il s'avère possible de mettre en place un traitement et de réunir les moyens permettant de le maîtriser.

### **III.2.2.b. Présence anormale de radionucléides d'origine naturelle et/ou artificielle**

Comme dans le cas du tritium, lorsque le dépassement de la DTI est dû à la présence de radionucléides artificiels provenant d'une activité nucléaire ou de radionucléides naturels provenant d'activités industrielles (qui utilisent des matières premières contenant des radionucléides non utilisés pour leurs propriétés radioactives), une enquête environnementale devra être diligentée en collaboration avec la DRIRE et les divisions régionales de l'ASN pour rechercher et supprimer, si possible, les causes de la contamination. D'une manière générale, quel que soit le résultat de l'évaluation de la DTI, la présence de radionucléides artificiels dans les eaux de consommation doit être considérée comme anormale.

La conduite à tenir sera fondée sur les recommandations fournies au cas par cas par l'ASN.

## **III.3. ELEMENTS D'INFORMATION DES CONSOMMATEURS**

La nature des informations délivrées aux consommateurs est fonction de la valeur de la DTI.

### ***III.3.1. Niveau élevé du bruit de fond naturel***

Lorsque le bruit de fond conduit à des dépassements de la référence de qualité, l'information des consommateurs est réalisée sur la base suivante :

- si la DTI est inférieure à  $0,1 \text{ mSv an}^{-1}$ , il pourra simplement être mentionné que la radioactivité naturelle de l'eau est inférieure à la référence de qualité de la DTI ;
- si la DTI est comprise entre  $0,1 \text{ mSv an}^{-1}$  et  $0,3 \text{ mSv an}^{-1}$ , il pourra être indiqué que la radioactivité naturelle de l'eau est légèrement supérieure à la référence de qualité (qui n'est qu'un paramètre indicateur). Aux vues du faible dépassement, et conformément aux recommandations de l'ASN, des actions correctives ne sont pas nécessairement justifiées (à moins que de simples actions correctives puissent être mises en œuvre) ;
- si la DTI est comprise entre  $0,3 \text{ mSv an}^{-1}$  et  $1 \text{ mSv an}^{-1}$ , il sera indiqué que la radioactivité naturelle de l'eau est supérieure à la référence de qualité et qu'elle justifie l'étude de solutions correctives. Si la qualité de l'eau ne peut être corrigée, par précaution, sa consommation par les nourrissons, les enfants et les femmes enceintes sera déconseillée pour la boisson et la préparation des aliments ;
- si la DTI est supérieure à  $1 \text{ mSv an}^{-1}$ , il sera indiqué que la radioactivité naturelle élevée des eaux justifie impérativement la mise en œuvre d'actions correctives. L'eau sera déconseillée pour la boisson et la préparation des aliments pour l'ensemble de la population.

### ***III.3.2. Présence anormale de radionucléides d'origine naturelle et/ou artificielle***

En cas de dépassement des références de qualité du tritium et /ou de la DTI, attribuable à la présence anormale soit de radionucléides artificiels soit des radionucléides naturels conduisant à

un dépassement significatif du bruit de fond moyen, les informations à communiquer seront définies au cas par cas, sur la base des recommandations de l'Autorité de Sûreté Nucléaire.

\*

\* \*

La présente note a été établie sur la base des avis et publications de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire et après consultation de la section radioprotection et de la section des eaux du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France.

## **LISTE DES ANNEXES**

ANNEXE 1 : ARCHITECTURE REGLEMENTAIRE

ANNEXE 2 : LIMITES DE DETECTION, DOSES EFFICACES ENGAGEES PAR UNITE  
D'INCORPORATION ET CONCENTRATIONS DERIVEES DE REFERENCE POUR LES PRINCIPAUX  
RADIONUCLEIDES

ANNEXE 3 : METHODOLOGIE POUR L'ANALYSE RADIOLOGIQUE DES EAUX DESTINEES A LA  
CONSOMMATION HUMAINE

ANNEXE 4 : TEXTES DE REFERENCE

ANNEXE 1 : ARCHITECTURE REGLEMENTAIRE

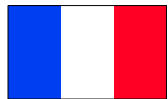


**Directive 98/83**

eau

**Directive 96/29**

radioprotection



Décrets de transposition

**Code de la santé publique**

- Livre III titre II (eaux et aliments)
- Livre III, titre III, chapitre III (rayonnements ionisants)

**Arrêté du 24 janvier 2005 modifié**  
relatif à l'agrément des laboratoires  
pour le contrôle sanitaire

**Arrêté du 12 mai 2004**  
relatif aux modalités du contrôle  
radiologique des eaux destinées à la  
consommation humaine

**Circulaire d'application**

ANNEXE 2 : LIMITES DE DETECTION, DOSES EFFICACES ENGAGEES PAR UNITE  
D'INCORPORATION ET CONCENTRATIONS DERIVEES DE REFERENCE POUR LES  
PRINCIPAUX RADIONUCLEIDES

Paramètres	Limites de détection pour l'analyse des eaux destinées à la consommation humaine <sup>21</sup> (Bq·L <sup>-1</sup> )	Doses efficaces engagées par unité d'incorporation <sup>22</sup> (Sv·Bq <sup>-1</sup> )	Concentrations dérivées de référence <sup>23</sup> (Bq·L <sup>-1</sup> )
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>	$6,9 \cdot 10^{-7}$	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>	$1,2 \cdot 10^{-6}$	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	$1,8 \cdot 10^{-11}$	7800
Uranium (U) 234	0,005	$4,9 \cdot 10^{-8}$	2,8
Uranium (U) 238	0,005	$4,5 \cdot 10^{-8}$	3,0

<sup>21</sup> Arrêté ministériel du 17 septembre 2003 relatif aux méthodes d'analyse des échantillons d'eau et à leurs caractéristiques de performance.

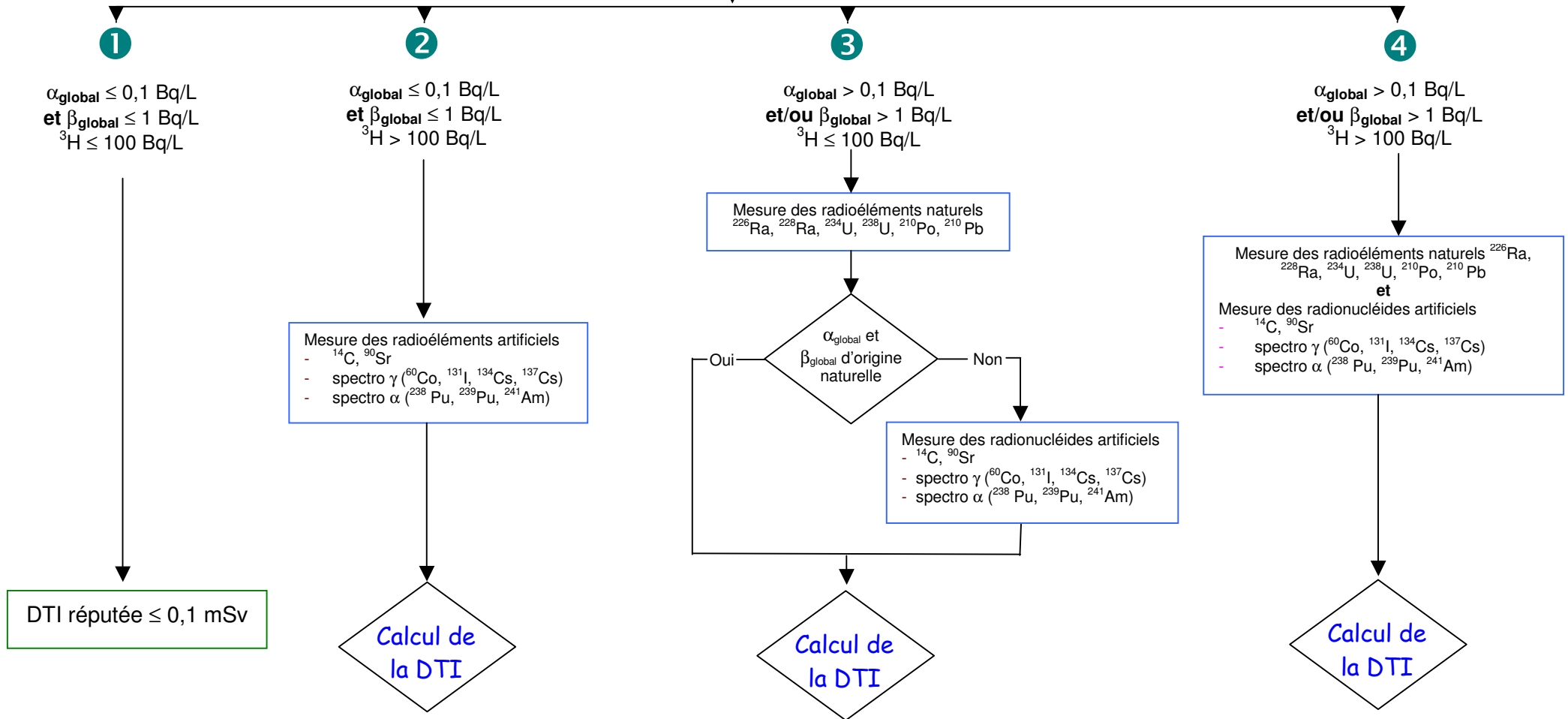
<sup>22</sup> Arrêté du 1<sup>er</sup> septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants, tableau 1.1 cas d'un adulte de plus de 17 ans.

<sup>23</sup> Cette activité 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, à l'exclusion de tous les autres.



ANNEXE 3 : METHODOLOGIE POUR L'ANALYSE RADIOLOGIQUE DES EAUX DESTINEES A LA CONSOMMATION HUMAINE

Détermination des activités :  $\alpha_{\text{global}}$ ,  $\beta_{\text{global}}$  résiduelle, tritium ( $^3\text{H}$ )



## ANNEXE 4 : TEXTES DE REFERENCE

### ↳ DIRECTIVES EUROPEENNES

- Directive 98/83/CE du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (J.O. C.E du 5 décembre 1998).
- Directive 96/29 Euratom du 13 mai 1996 fixant les normes de base pour la protection des travailleurs et du public contre les dangers des rayonnements ionisants (J.O.C.E. du 4 décembre 1996).

### ↳ CODE DE LA SANTE PUBLIQUE (Livre 3 - Protection de la santé et de l'environnement)

- *Au titre des eaux* : Titre 2 - Sécurité sanitaire des eaux et des aliments, Chapitre 1 - Eaux potables - Section 1 - Eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales naturelles (Articles R. 1321-1 et suivants, en particulier l'article R. 1321-20).
- *Au titre de la protection du public contre les rayonnements ionisants* : Titre 3 - Prévention des risques sanitaires liés aux milieux et sécurité sanitaire environnementale, Chapitre 3 – Rayonnements ionisants.

### ↳ ARRETES

- 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 (J.O. du 13 novembre 2003).
- Arrêté du 17 septembre 2003 relatif aux méthodes d'analyse des échantillons d'eau et à leurs caractéristiques de performance (J.O. du 7 novembre 2003).
- Arrêté du 12 mai 2004 fixant les modalités de contrôle de la qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine (J.O. du 18 juin 2004).
- Arrêté du 24 janvier 2005 relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux - modifié par les arrêtés du 11 mars 2005 (J.O. du 22 février 2005) et du 30 décembre 2006 (J.O. du 16 janvier 2007).
- Arrêté du 25 mai 2005 relatif aux activités professionnelles mettant en œuvre des matières premières contenant naturellement des radionucléides non utilisés en raison de leurs propriétés radioactives (J.O. n° 126 du 1er juin 2005).
- Arrêté du 28 juin 2006 fixant la liste des laboratoires agréés par le ministre chargé de la santé pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux (J.O. n°173 du 28 juillet 2006).
- Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique (J.O. du 6 février 2007).
- Arrêté du 11 janvier 2007 relatif au programme de prélèvement et d'analyse du contrôle sanitaire pour les eaux fournies par un réseau de distribution, pris en application des articles R. 1321-10, R. 1321-15 et R. 1321-16 du code de la santé publique (J.O. du 11 février 2007).
- Arrêté du 11 janvier 2007 relatif au programme de prélèvement et d'analyse du contrôle sanitaire pour les eaux utilisées par une entreprise alimentaire ne provenant pas d'une distribution publique, pris en application des articles R. 1321-10, R. 1321-15 et R. 1321-16 du code de la santé publique (J.O. du 17 février 2007).

### ↳ AUTRES DOCUMENTS

- Organisation mondiale de la santé, 1994 & 2004, Directives de qualité de l'eau de boisson, Genève.
- Circulaire DGSNR du 29 juillet 2004 relative aux missions des DDASS et des DRASS dans le domaine de la radioprotection.

- Commission européenne, recommandation du 20 décembre 2001 concernant la protection de la population contre l'exposition au radon dans l'eau potable.
- IRSN / DRPH [1], Rannou A., Aubert B., Scanff P., 2006, Exposition de la population française aux rayonnements ionisants, rapport DRPH / SER n°2006-02.
- IRSN / DRPH [2], Thomassin A., 2006, Consommation d'eaux à teneur élevée en radionucléides naturels, risques pour les nourrissons et les jeunes enfants, rapport DRPH / SER n°2006-04.
- IRSN / DEI, Brassac A., 2006, Analyse de la radioactivité des eaux destinés à la consommation humaine, rapport DEI / STEME n°2006-03.
- UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation), 2000, Sources and Effects of Ionizing Radiation. Report to the General Assembly. Volume I: Sources, United Nations, New York.
- Circulaire DGS/SD7A/2007/39 du 23 janvier 2007 relative à la mise en œuvre des arrêtés du 11 janvier 2007 concernant les eaux destinées à la consommation humaine.