

RAPPORT

du groupe de travail

« Déversement dans les réseaux
d'assainissement des effluents
contenant des radionucléides
provenant des services de
médecine nucléaire et des
laboratoires de recherche »

Mai 2019



Recommandations pour une
meilleure application de la
réglementation

TABLE DES MATIÈRES

PREAMBULE.....	3
1 UTILISATION ET ELIMINATION DES RADIONUCLEIDES PROVENANT DES SERVICES DE MEDECINE NUCLEAIRE ET DES LABORATOIRES DE RECHERCHE	5
1.1 Utilisation des sources non scellées dans les services de médecine nucléaire.....	5
1.2 Utilisation des sources non scellées dans les laboratoires de recherche.....	7
1.3 Elimination des radionucléides utilisés dans les activités nucléaires de proximité.....	8
1.4 Principes et cadre réglementaire de la radioprotection.....	12
2 COLLECTE ET TRAITEMENT DES EAUX USEES URBAINES	15
2.1 Collecte des eaux usées urbaines	15
2.2 Traitement des eaux usées urbaines et rejets dans le milieu récepteur.....	15
2.3 Traitement et élimination des boues.....	16
2.4 Cadre réglementaire.....	17
3 ESTIMATION DES RISQUES POUR LES TRAVAILLEURS.....	21
3.1 Les risques pour les professionnels de l'assainissement	21
3.2 Radioactivité, impact radiologique et risque pour les travailleurs et la population.....	22
3.3 Réglementation travailleurs.....	23
3.4 Synthèse des études ponctuelles d'impact radiologique déjà réalisées : IRSN, ACRO, Université de Caen, SIAAP	24
3.5 Hypothèses retenues pour l'estimation de l'impact radiologique.....	26
3.6 Conclusions sur le risque radiologique	31
3.7 Application de la méthode à quelques cas	33
3.8 Impact sur l'environnement (espèces non humaines).....	34
4 DISCUSSIONS DU GROUPE DE TRAVAIL	35
4.1 Le risque sanitaire pour les travailleurs de l'assainissement	35
4.2 Les mesures dans les rejets	36
4.3 Les responsabilités des acteurs.....	40
RECOMMANDATIONS DU GROUPE DE TRAVAIL.....	42
GLOSSAIRE.....	50
COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL	51

PRÉAMBULE

L'article L. 1331-10 du code de la santé publique prévoit que « *tout déversement d'eaux usées autres que domestiques dans le réseau public de collecte doit être préalablement autorisé par le maire ou le président de l'établissement public compétent en matière de collecte à l'endroit du déversement si les pouvoirs de police des maires des communes membres lui ont été transférés dans les conditions prévues par l'article L. 5211-9-2 du code général des collectivités territoriales, après avis délivré par la personne publique en charge du transport et de l'épuration des eaux usées ainsi que du traitement des boues en aval, si cette collectivité est différente.* » Une absence de réponse vaut rejet de la demande d'autorisation. Par ailleurs, la collectivité peut confier l'exploitation des réseaux, d'une part, et de la station d'épuration, d'autre part, à des personnes morales relevant du droit public ou du droit privé. En tant qu'employeur, ces personnes relèvent des dispositions du code du travail, et notamment de l'obligation d'évaluation du risque, lorsqu'elles missionnent leurs agents en réseaux d'assainissement ou en station d'épuration.

En complément, l'article R. 1333-16 du code de la santé publique prévoit que lors de l'instruction d'une demande d'autorisation délivrée par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) pour utiliser des sources radioactives non scellées à des fins de médecine nucléaire ou de recherche, le « projet de rejet d'effluents » soit examiné et approuvé par l'ASN. La décision de l'ASN n° 2008-DC-0095 du 29 janvier 2008 fixant les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides, ou susceptibles de l'être du fait d'une activité nucléaire, homologuée par arrêté du 23 juillet 2008, impose que les conditions de rejets soient celles fixées par l'autorisation prévue à l'article L. 1331-10. Elle impose aussi aux établissements une obligation de produire un plan de gestion des effluents et des déchets radioactifs.

En 2016, l'Autorité de sûreté nucléaire a publié un bilan national des inspections par ses divisions territoriales dans les 225 services de médecine nucléaire répertoriés à la fin 2014, menées au cours des années 2012 à 2014. Ce bilan a fait le constat que, si les plans de gestion des déchets et des effluents sont rédigés dans la quasi-totalité des services, leur contenu n'est pas exhaustif au regard de la décision de l'ASN n° 2008-DC-0095 relative aux effluents et déchets contaminés. Les inspections ont, par ailleurs, mis en évidence le fait que près de 95 % des installations de médecine nucléaire disposent de cuves de décroissance et de dispositifs de retardement de déversement dans le réseau public d'assainissement (fosses « septiques ») issus des zones où se trouvent les patients ayant reçu une administration de médicament radiopharmaceutique. Cependant, seuls environ 30 % des établissements disposent d'une autorisation de déversement d'effluents non domestiques dans les réseaux publics d'assainissement en l'application de l'article L 1331-10 du code de la santé publique.

De manière générale, les établissements connaissent mal le tracé des réseaux de canalisations provenant du service de médecine nucléaire et susceptibles de transporter des effluents radioactifs. On observe, au fil du temps, une perte de mémoire de la cartographie des canalisations, lesquelles ont rarement été identifiées et signalées comme susceptibles de transporter des fluides radioactifs. À la suite de plusieurs événements significatifs de radioprotection signalés à l'ASN, notamment à l'occasion de fuites de canalisations contaminées, l'ASN a transmis à tous les services de médecine nucléaire une lettre circulaire datée du 17 avril 2012¹, rappelant les bonnes pratiques à mettre en œuvre afin d'éviter la dispersion de radionucléides dans l'environnement. Pour l'année 2014, les recommandations préconisées n'étaient que très partiellement mise en œuvre, 60 % disposant d'une cartographie des canalisations, d'un repérage et d'une signalisation des conduites véhiculant les effluents contaminés.

¹ ASN-DIS. Lettre-circulaire du 17 avril 2012, relative au retour d'expérience sur les fuites de canalisations d'effluents contaminés en médecine nucléaire. <http://professionnels.asn.fr/Activites-medicales/Medecine-nucleaire/Lettres-circulaires-en-medecine-nucleaire>

La plupart des établissements fait réaliser des mesures sur les effluents issus du service. Toutefois, peu de services ont mené une démarche structurée. Les services ne savent pas où sont réalisés les prélèvements, ni à quoi se rapportent les résultats. En parallèle, peu de services analysent les résultats de ces mesures et mènent des actions correctives le cas échéant. Certains établissements réalisent des contrôles à l'émissaire *a minima* une fois par an, d'autres ont conservé la périodicité préconisée dans la circulaire DGS/DHOS du 9 juillet 2001 (contrôles trimestriels), certains n'en n'ont jamais effectué.

Aussi, l'ASN a mis en place un groupe de travail national qui s'est réuni pour la première fois le 8 janvier 2013. Les réflexions ont intégré toutes les parties prenantes : responsables d'établissement de soins, collectivités compétentes en assainissement, gestionnaires de réseaux et stations de traitement, administrations centrales (santé, travail, écologie), autorités de contrôle, médecins nucléaires et experts techniques. Le groupe de travail avait pour objectif d'établir des recommandations pour permettre une réelle application de la réglementation et, le cas échéant, de proposer des modifications du cadre réglementaire existant.

L'IRSN avait déjà réalisé des expertises en vue de procéder à une estimation de l'impact de ces rejets sur les personnels des réseaux d'assainissement. Lors de la première réunion du groupe de travail, il est apparu nécessaire d'engager une réflexion sur les hypothèses permettant d'estimer l'exposition aux rayonnements ionisants des personnels des réseaux d'assainissement et stations de traitement des eaux usées afin, le cas échéant, d'identifier les informations complémentaires qui seraient nécessaires pour améliorer la précision des résultats mais aussi d'évaluer les limites techniques de ce type d'estimation. L'ASN a donc saisi l'IRSN sur cette question le 13 juin 2013, en souhaitant en outre que l'IRSN réfléchisse à une méthode d'évaluation des impacts qui puisse ensuite être déclinée site par site à partir des données locales.

1. UTILISATION ET ÉLIMINATION DES RADIONUCLÉIDES PROVENANT DES SERVICES DE MÉDECINE NUCLÉAIRE ET DES LABORATOIRES DE RECHERCHE

1.1 *Utilisation des sources non scellées dans les services de médecine nucléaire*

La médecine nucléaire regroupe toutes les activités médicales utilisant des radionucléides en sources non scellées à des fins de diagnostic ou de thérapie.

La demande d'autorisation adressée à l'ASN, et déposée au moyen d'un formulaire, peut porter sur les activités de :

- diagnostic *in vivo* : administration de radionucléides à un patient en vue d'établir un diagnostic, y compris par marquage cellulaire ;
- thérapie : administration de radionucléides à un patient en vue d'obtenir sa guérison ou de diminuer des douleurs (traitement palliatif) ;
- diagnostic *in vitro* (biologie médicale) : dosage d'hormones, de marqueurs tumoraux... dans les liquides biologiques, sans administration de radionucléide au patient.

La recherche biomédicale correspond aux recherches organisées et pratiquées sur l'être humain en vue du développement des connaissances biologiques ou médicales et s'applique au diagnostic *in vivo* et à la thérapie.

En moyenne, chaque année sont réalisés entre 1,5 million et 2 millions d'actes relevant de la médecine nucléaire. Sur le territoire national, à la fin 2014, on a recensé 225 unités de médecine nucléaire regroupant les installations *in vivo* et *in vitro* associées et une soixantaine de laboratoires de diagnostic *in vitro* indépendants des services de médecine nucléaire.

On dénombrait, fin 2014, 127 caméras de tomographie par émission de positons (TEP), dont une majorité est couplée à un scanner (TEP-TDM). Cent soixante-et-une chambres de radiothérapie interne vectorisée (RIV) sont par ailleurs réparties dans 44 unités de médecine nucléaire.

Outre les inspections régulières des services de médecine nucléaire par l'ASN (au moins tous les 3 ans pour les services réalisant des thérapies et 5 ans pour les autres), des visites sont également effectuées dans le cadre de l'instruction des demandes d'autorisation ou de renouvellement.

- **Le diagnostic *in vivo***

Cette technique consiste à étudier un organe ou une fonction de l'organisme grâce à une substance radioactive spécifique – un médicament radiopharmaceutique – administrée à un patient. La nature du médicament radiopharmaceutique dépend de l'organe ou de la fonction étudiée. Le radionucléide peut être utilisé directement ou fixé sur un vecteur (molécule, hormone, anticorps...). À titre d'exemple, le tableau 1 présente quelques-uns des principaux radionucléides utilisés dans diverses explorations.

Type d'exploration	Radionucléides utilisés
Métabolisme thyroïdien	iode-123, technétium-99 métastable
Perfusion du myocarde	thallium-201, technétium-99 métastable
Perfusion pulmonaire	technétium-99 métastable
Ventilation pulmonaire	krypton-81 métastable, technétium-99 métastable
Processus ostéo articulaire	technétium-99 métastable
Oncologie – Recherche de métastases	Fluor-18

Tableau 1 : quelques-uns des principaux radionucléides utilisés dans diverses explorations en médecine nucléaire

La localisation dans l'organisme de la substance radioactive administrée par les techniques de scintigraphie, le plus souvent du technétium 99m, se fait par un détecteur spécifique – appelé caméra à scintillations ou gamma-caméra – qui est constitué d'un cristal d'iodure de sodium (pour la majorité des caméras) couplé à un système d'acquisition et d'analyse par ordinateur. Cet équipement permet d'obtenir des images du fonctionnement des tissus ou organes explorés. S'agissant d'images numérisées, une quantification des processus physiologiques peut être réalisée, ainsi qu'une reconstruction tridimensionnelle des organes (tomographie d'émission monophotonique ou TEMP), selon le même principe de reconstruction que pour le scanner à rayons X.

Le fluor 18, radionucléide émetteur de positons, est aujourd'hui couramment utilisé, notamment sous la forme d'un sucre marqué, le fluorodésoxyglucose, en particulier en cancérologie. Son utilisation nécessite la mise en œuvre d'une caméra à scintillations adaptée à la détection des émetteurs de positons (TEP).

La médecine nucléaire permet de réaliser une imagerie fonctionnelle. Elle est donc complémentaire de l'imagerie purement morphologique obtenue par les autres techniques d'imagerie : radiologie conventionnelle, scanner à rayons X, échographie ou imagerie par résonance magnétique (IRM). Afin de faciliter la fusion des images fonctionnelles et morphologiques, des appareils hybrides ont été développés : les tomographes à émission de positons (TEP) sont désormais systématiquement couplés à un scanner (TEP-TDM) et de plus en plus de services de médecine nucléaire s'équipent de gamma-caméras couplées à un scanner (TEMP-TDM).

- **Le diagnostic *in vitro***

Il s'agit d'une technique de biologie médicale, sans administration de radionucléides au patient, permettant de doser certains composés contenus dans les fluides biologiques préalablement prélevés sur le patient : hormones, médicaments, marqueurs tumoraux, etc. Cette technique met en œuvre des méthodes de dosage fondées sur les réactions immunologiques (réactions antigènes–anticorps marqués à l'iode-125), d'où le nom de dosage par radio-immunologie ou RIA (Radio Immunology Assay). Les activités présentes dans les kits d'analyse prévus pour une série de dosages ne dépassent pas quelques kilobecquerels (kBq). La radio-immunologie est concurrencée par des techniques ne faisant pas appel à la radioactivité, telles que l'immunoenzymologie ou la chimiluminescence. Quelques techniques utilisent d'autres radionucléides, comme le tritium ou le carbone 14. Là encore les activités manipulées sont de l'ordre du kBq.

- **La thérapie (radiothérapie interne vectorisée)**

La radiothérapie interne vectorisée vise à administrer un médicament radiopharmaceutique dont les rayonnements ionisants délivrent une dose importante à un organe cible dans un but curatif ou

palliatif. Deux types de médecine nucléaire thérapeutique peuvent être distingués : les traitements non oncologiques (traitement d'hyperthyroïdie, synoviorthèse) et les traitements oncologiques.

Parmi les traitements oncologiques, on peut distinguer :

- les traitements systémiques (cancer de la thyroïde par iode-131, lymphome non hodgkinien par anticorps monoclonal marqué à l'yttrium-90...) ;
- les traitements sélectifs (traitement des cancers du foie par microsphères d'yttrium-90).

Certaines thérapies nécessitent l'hospitalisation des patients pendant plusieurs jours dans des chambres spécialement aménagées du service de médecine nucléaire pour assurer la radioprotection du personnel, des proches du patient et de l'environnement. La protection radiologique de ces chambres est adaptée à la nature des rayonnements émis par les radionucléides. C'est en particulier le cas du traitement de certains cancers thyroïdiens après intervention chirurgicale. Ils sont réalisés par l'administration d'environ 4 gigabecquerels (GBq) d'iode-131.

D'autres traitements peuvent être réalisés en ambulatoire. Ils consistent par exemple à traiter une hyperthyroïdie par administration d'iode-131, les douleurs des métastases osseuses d'un cancer par le strontium-89 ou le samarium-153. On peut aussi réaliser des traitements des articulations grâce à des colloïdes marqués à l'yttrium-90 ou au rhénium-186. Enfin, la radio-immunothérapie permet de traiter certains lymphomes au moyen d'anticorps marqués à l'yttrium-90.

- **La recherche biomédicale en médecine nucléaire**

Des recherches visant à la mise au point de nouveaux médicaments radiopharmaceutiques se poursuivent en France et dans le monde. Elles concernent principalement :

- la tomographie par émission de positons (TEP) avec le fluor-18, le gallium-68 et le rubidium-82 ;
- la radiothérapie avec le radium-223, les microsphères marquées à l'yttrium-90, des vecteurs marqués à l'yttrium-90 ou au lutetium-177.

L'utilisation de nouveaux médicaments radiopharmaceutiques nécessite d'intégrer le plus en amont possible les exigences de radioprotection associées à leur manipulation. En effet, compte tenu des activités mises en jeu, des caractéristiques de certains radionucléides et des préparations à réaliser, la protection des opérateurs et de l'environnement nécessite la mise en place de mesures adaptées.

1.2 Utilisation des sources non scellées dans les laboratoires de recherche

Les laboratoires de recherche ayant été pris en compte par ce groupe de travail sont ceux dont l'activité nucléaire est soumise à autorisation ou à déclaration au titre de l'article L. 1333-8 du code de la santé publique.

Les activités de recherche relevant d'autres réglementations sont exclues. Il s'agit notamment :

- des installations nucléaires de base mentionnées à l'article L. 593-2 du code de l'environnement (INB) ;
- des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), mentionnées à l'article L. 511-1 du code de l'environnement et visées dans la nomenclature prévue à l'article L. 512-2 de ce code.

Les autorisations délivrées par l'ASN aux laboratoires de recherche en application de l'article L. 1333-8 du code de la santé publique concernent essentiellement des activités de recherche en science de la vie, ainsi que des activités en sciences de la matière. Les activités s'exercent dans

différents domaines que sont la recherche médicale et radiopharmaceutique, la biologie cellulaire et moléculaire, l'agroalimentaire, la caractérisation de matériaux, etc. Par exemple, les radionucléides sont utilisés pour « marquer » des molécules, ce qui permet ensuite de les suivre et de les quantifier, donnant ainsi des informations sur leur répartition, leur devenir et leur interaction avec d'autres molécules.

Les radionucléides les plus fréquemment utilisés sont le phosphore-32, le phosphore-33, le soufre-35 et l'iode-125 pour les radionucléides dont la période est inférieure à 100 jours, et le tritium et le carbone-14 pour les radionucléides dont la période est supérieure à 100 jours. D'autres radionucléides, moins répandus, sont employés dans le cadre de recherche préclinique pour tester de nouveaux médicaments sur l'animal. Il s'agit notamment du technétium-99 métastable et du fluor-18 et à l'avenir, des émetteurs de particules α devraient émerger (plomb-212).

1.3 Élimination des radionucléides utilisés dans les activités nucléaires de proximité

Il convient de rappeler que, dans l'article L. 1331-10, « *tout déversement d'eaux usées autres que domestiques dans le réseau public de collecte doit être préalablement autorisé par le maire ou, lorsque la compétence en matière de collecte à l'endroit du déversement a été transférée à un établissement public de coopération intercommunale ou à un syndicat mixte, par le président de l'établissement public ou du syndicat mixte, après avis délivré par la personne publique en charge du transport et de l'épuration des eaux usées ainsi que du traitement des boues en aval, si cette collectivité est différente.* » L'autorisation de rejet d'eaux usées non domestiques, délivrée par le service d'assainissement, fixe notamment les caractéristiques que doivent présenter les eaux usées pour être déversées et les conditions de surveillance du déversement ; cette autorisation est délivrée en application de l'article L. 1331-10 du code de la santé publique.

Par ailleurs, toute dilution volontaire des effluents liquides radioactifs avant rejet dans le réseau est strictement interdite.

La gestion des effluents et déchets contaminés par des radionucléides ou susceptibles de l'être a fait l'objet de la décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008, prise en application des dispositions de l'article R. 1333-16 du code de la santé publique, qui fixe les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides, ou susceptibles de l'être du fait d'une activité nucléaire.

Cette décision est complétée par le guide technique de l'ASN n° 18 du 26 janvier 2012 « Élimination des effluents et des déchets contaminés par des radionucléides produits dans les installations autorisées au titre du code de la santé publique ». Les mesures d'identification, de tri, de gestion opérationnelle, de formation de personnels y sont décrites. Elle est également complétée par le « Guide d'enlèvement des déchets radioactifs » publié par l'ANDRA.

Les effluents sont gérés selon la période radioactive des radionucléides qu'ils contiennent :

- les effluents contaminés par des radionucléides de période inférieure à 100 jours ;
- les effluents contaminés par des radionucléides de période supérieure à 100 jours.

- **Modalités d'élimination des effluents contenant des radionucléides provenant des services de médecine nucléaire**

Le tableau 2 liste les radionucléides susceptibles de se retrouver dans les effluents et déchets des établissements de santé.

Radionucléide	Période	Type d'émission principale	Forme éliminée prépondérante
¹⁸ F (Fluor)	1,8 heure	β	Urines
³² P (Phosphore)	14,3 jours	β	Liquide issu d'analyses
³³ P (Phosphore)	25,6 jours	β	Liquide issu d'analyses
³⁵ S (Soufre)	87,5 jours	β	Liquide issu d'analyses
⁵¹ Cr (Chrome)	27,7 jours	γ, X	Urines Liquide issu d'analyses
⁶⁷ Ga (Gallium)	3,3 jours	γ	Urines
⁹⁰ Y (Yttrium)	2,7 jours	β	Urines
^{99m} Tc (Technétium métastable)	6 heures	γ	Urines
¹¹¹ In (Indium)	2,8 jours	γ	Urines
¹²³ I (Iode)	13,2 heures	γ	Urines
¹²⁵ I (Iode)	60 jours	γ	Liquide issu d'analyses
¹³¹ I (Iode)	8 jours	β, γ	Urines
¹⁶⁹ Er (Erbium)	9,4 jours	β	Urines
¹⁷⁷ Lu (Lutétium)	6,7 jours	β, γ	Fonction du vecteur
¹⁸⁶ Re (Rhénium)	3,8 jours	β, γ	Urines
²⁰¹ Tl (Thalium)	3 jours	X	Fécès
²²³ Ra (Radium)	11,4 jours	α, β, γ, X	Fécès

Tableau 2 : radionucléides susceptibles d'être présents dans les déchets et effluents des établissements de santé classés selon leur période radioactive

Nota : pour les radioembolisations par microsphères et les synoviorthèses, l'élimination est très faible.

- Gestion des radionucléides de période radioactive supérieure à 100 jours

Les effluents ne sont pas rejetés dans l'environnement, sauf cas exceptionnel nécessitant l'approbation de l'ASN (cas de figure n'ayant pas été encore rencontré en pratique pour un service de médecine nucléaire). Ils sont collectés à la source et repris par un organisme spécialisé².

- Gestion des radionucléides de période radioactive inférieure à 100 jours

Les effluents radioactifs de période radioactive inférieure à 100 jours peuvent être rejetés dans l'environnement dans des conditions identiques aux effluents non radioactifs s'ils sont au préalable collectés dans des cuves ou tout dispositif évitant un rejet direct, et ainsi gérés en décroissance radioactive.

Les sanitaires utilisés dans l'installation de médecine nucléaire par les patients ayant bénéficié d'une administration de radionucléides sont connectés à un dispositif évitant le rejet direct dans le réseau d'assainissement (fosse toutes eaux ou cuves). Le ralentissement du rejet permet une décroissance significative de la radioactivité. Il n'est pas fixé de valeur limite réglementaire pour les effluents rejetés par l'intermédiaire de ce dispositif (figure 1).

Le rejet dans l'environnement ne peut être fait qu'après s'être assuré que l'activité volumique est inférieure à 10 Bq/L. Cette limite est fixée à 100 Bq/L pour les effluents issus des chambres de patients traités par l'iode-131. L'exploitation des installations, par l'établissement de santé, doit permettre d'éviter le débordement des cuves. Celles-ci sont équipées de dispositif de mesure de niveau et de prélèvement. Un dispositif de rappel du niveau de remplissage et des dispositifs de rétention en cas de

² L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA) est le seul organisme en France à pouvoir reprendre ce type d'effluents.

fuites, doivent être présents. Un accès au réseau d'assainissement de l'établissement de santé, en aval des dispositifs susceptibles de rejeter des effluents contaminés (avant dilution), est aménagé pour permettre l'installation de dispositifs de mesure et de prélèvement.

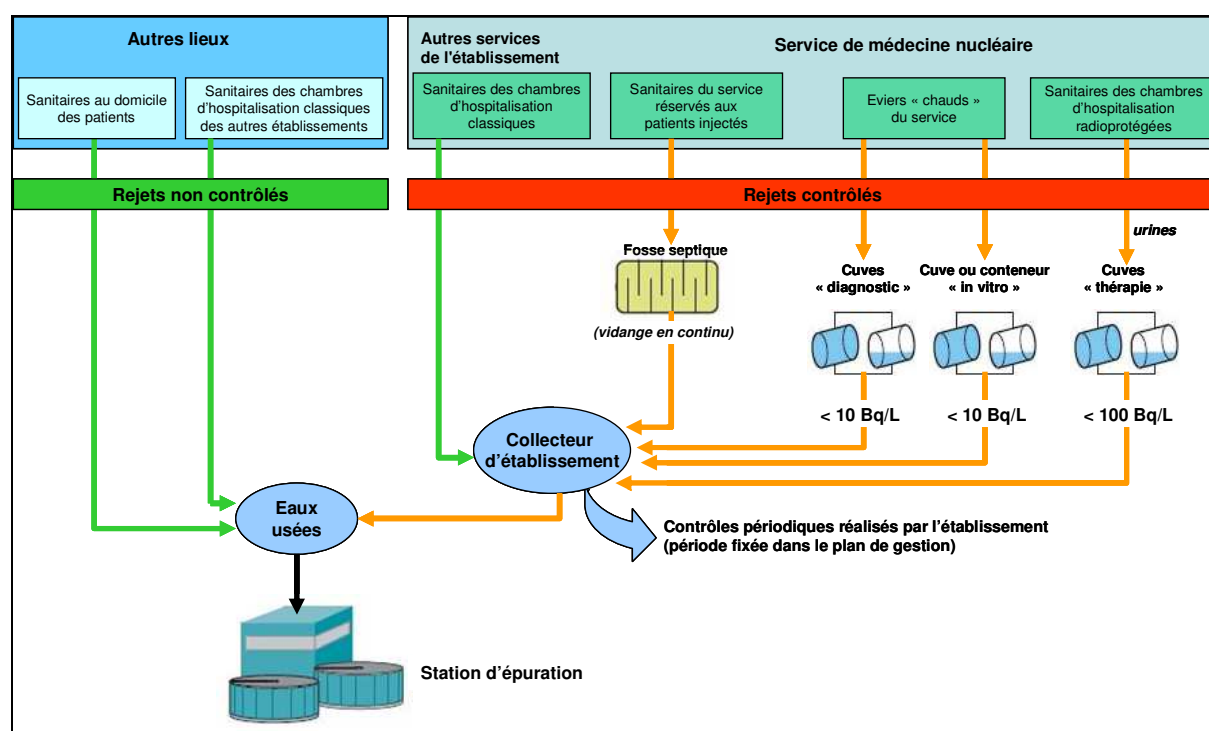


Figure 1 : La gestion des effluents liquides contaminés par des radionucléides de période inférieure à 100 jours générés par les installations de médecine nucléaire

L'ensemble de ces dispositions doivent être décrites dans un plan de gestion figurant dans le dossier d'autorisation transmis à l'ASN. Ce plan de gestion doit contenir :

- 1- les modes de production des effluents et déchets quelle que soit leur forme (liquide, gazeux ou solides) ;
- 2- les modalités de gestion interne à l'établissement ;
- 3- les dispositions permettant d'assurer l'élimination des déchets et les conditions d'éliminations des effluents liquides et gazeux et les modalités de contrôle associé ;
- 4- l'identification des zones où sont produits les effluents et déchets et les modalités de classement et de gestion ;
- 5- l'identification des lieux d'entreposage ;
- 6- l'identification des points de rejets des effluents contaminés ;
- 7- les dispositions de surveillance du réseau notamment aux points de surveillance de l'autorisation de rejet et au moins au niveau de la jonction des collecteurs de l'établissement et du réseau d'assainissement ;
- 8- les éventuelles dispositions de surveillance de l'environnement.

Les modalités de prise en charge des déchets d'un patient en dehors du service de médecine nucléaire, dans un autre service de l'établissement ou dans un autre établissement, sont précisées dans le plan de gestion. Il est à noter que ces modalités ne s'appliquent pas aux effluents et déchets produits en dehors des établissements de santé par des patients ayant fait l'objet d'un examen diagnostique ou d'un traitement à l'aide de radionucléides.

La participation du public à l'élaboration des décisions individuelles relatives au nucléaire de proximité est mise en œuvre pour toutes les autorisations délivrées par l'ASN à des services de médecine nucléaire, en raison de l'impact possible des effluents liquides. Les services utilisant de l'iode-131 sont concernés, en raison de la période de ce radionucléide.

- **Modalités d'élimination des effluents contenant des radionucléides provenant des laboratoires de recherche**

D'une manière générale, le volume des effluents liquides radioactifs générés par les laboratoires de recherche est relativement faible. Par conséquent, ces effluents sont le plus souvent entreposés dans des fûts ou des bonbonnes près des endroits où ont lieu les manipulations, puis transférés dans un "local déchets" en attente de leur élimination.

- Gestion des effluents liquides de période inférieure à 100 jours

Après décroissance radioactive, le contenu des fûts/bonbonnes ou, le cas échéant, des cuves peut être rejeté dans le réseau d'assainissement. Pour le cas où les effluents sont dirigés vers un système de cuves, la capacité des cuves doit être suffisante pour entreposer la quantité d'effluents produite pendant la durée nécessaire à leur décroissance radioactive avant leur rejet dans le réseau d'assainissement.

Avant de réaliser un rejet, le titulaire de l'autorisation délivrée par l'ASN vérifie le respect des exigences qui lui sont fixées en termes d'activité.

La décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008 prévoit que le contenu de cuves ou de conteneurs d'entreposage d'effluents liquides contaminés ne peut être rejeté dans le réseau d'assainissement qu'après assurance que l'activité volumique est inférieure à une limite de 10 Bq/L.

- Gestion des effluents liquides de période supérieure à 100 jours

D'une manière générale, les installations doivent être conçues et exploitées de manière à limiter les rejets de radionucléides de période radioactive supérieure à 100 jours. Le contenu des fûts/bonbonnes susceptibles de contenir des radionucléides de période supérieure à 100 jours est considéré comme un déchet liquide et il est géré dans des filières autorisées pour la gestion des déchets radioactifs. Il ne rejoint pas le réseau d'assainissement.

Pour le cas exceptionnel où une installation ne peut retenir l'élimination des rejets par la filière « déchets liquides », le projet de rejets d'effluents contenant des radionucléides de période supérieure à 100 jours dans le réseau d'assainissement doit faire l'objet d'un examen et d'une approbation dans le cadre de l'autorisation d'activité nucléaire délivrée par l'ASN.

En cas de rejets dans le réseau d'assainissement d'effluents contenant des radionucléides de période supérieur à 100 jours, le laboratoire présente, dans son dossier de demande d'autorisation d'activité nucléaire, la justification des rejets, la justification de l'efficacité des dispositions mises en œuvre pour limiter l'activité rejetée, une étude d'incidence présentant les effets des rejets sur la population, l'environnement et les travailleurs éventuellement exposés du fait de la pratique.

La décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008 prévoit que les effluents soient collectés à la source, canalisés et, si besoin, traités afin que les rejets soient maintenus à un niveau aussi faible que raisonnablement possible.

Ce type d'installation est minoritaire pour les activités de recherche autorisées au titre de l'article L. 1333-8 du code de la santé publique et fait l'objet d'études au cas par cas.

1.4 Principes et cadre réglementaire de la radioprotection

La radioprotection a pour objectif de prévenir et de limiter les risques sanitaires dus aux rayonnements ionisants, quelle que soit leur origine. Elle constitue le socle sur lequel sont fondées les règles de prévention fixées dans le code de la santé publique et dans le code du travail.

La radioprotection énonce trois principes fondamentaux : la justification, l'optimisation et la limitation individuelle des expositions. Ils constituent le fondement des normes et réglementations internationales, européennes et nationales.

- **Cadre international**

À l'échelon international, deux organisations, mises en place par l'ONU, s'intéressent aux rayonnements ionisants et à leurs effets : le Comité scientifique sur les effets des rayonnements atomiques (UNSCEAR) et l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

Créé en 1955 par l'Assemblée générale des Nations Unies, l'UNSCEAR est chargé de rassembler toutes les données qui concernent les sources, les risques et les effets des rayonnements ionisants.

Créée en 1956, l'AIEA a notamment pour mission d'établir des normes en matière de protection contre les rayonnements ionisants, tant en ce qui concerne la protection de la santé que la protection de l'environnement.

Ces deux organismes spécialisés ne sont pas les seuls à s'intéresser aux rayonnements ionisants. D'autres organisations mènent des actions dans ce domaine dans leur champ de compétences ; c'est notamment le cas de l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

Également à l'échelon international, la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) a vocation à proposer des recommandations concernant les principes de base de la radioprotection. Cette organisation, créée en 1928, entend, au travers de ses recommandations et principes énoncés, fournir des éléments utiles aux autorités chargées de fixer la réglementation.

- **Cadre européen**

À l'échelon régional, la Communauté européenne de l'énergie atomique (Euratom) a été instituée par un traité communautaire en 1957. Ce traité complété et modifié depuis (2012/C327/01), d'application directe, constitue le fondement sur lequel sont adoptés les règlements et les directives dits « Euratom ».

- **Cadre national**

Le contrôle de la radioprotection en France est organisé principalement autour d'une autorité administrative indépendante, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), chargée du contrôle des activités nucléaires civiles, à l'exception des ICPE et des activités et installations intéressant la défense. L'ASN dispose d'un corps d'inspecteurs de la radioprotection (150 inspecteurs environ). Enfin, les autorités publiques sont dotées d'une capacité d'expertise institutionnelle confiée à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

L'inspection du travail demeure compétente pour toutes questions relatives à l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants. Le ministère en charge du travail a, de plus, confié par voie

réglementaire le suivi des résultats des expositions des travailleurs classé au titre de leur exposition aux rayonnements ionisants à l'IRSN, qui gère notamment le système d'information SISERI.

La transposition en droit national de la directive 96/59/Euratom du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers des rayonnements ionisants s'est traduite par l'introduction :

- de l'ensemble des dispositions relatives à la protection des populations au sein du code de la santé publique, avec un chapitre consacré aux rayonnements ionisants : chapitre III, articles L. 1333-1 et suivants au sein du titre III (Prévention des risques sanitaires liés à l'environnement et au travail) du livre III (Protection de la santé et de l'environnement) de ce code ;
- des dispositions relatives à la protection des travailleurs dans le code du travail, au sein du titre V du livre IV de la 4^e partie de ce code, consacré à la santé et à la sécurité au travail.

L'article L. 1333-2 du code de la santé publique énonce les principes de radioprotection qui doivent guider toute action de prévention dans ce domaine, qu'elle soit menée sur le fondement du code de la santé publique et dans l'objectif de protéger les populations, et leur environnement, ou sur le fondement du code du travail, dans la perspective de prévenir les risques encourus par les travailleurs.

Ces principes sont au nombre de trois :

- **Principe de justification** : une activité nucléaire ne peut être entreprise ou exercée que si elle est justifiée par les avantages qu'elle procure sur le plan individuel ou collectif, notamment en matière sanitaire, sociale, économique ou scientifique, rapportés aux risques inhérents à l'exposition aux rayonnements ionisants auxquels elle est susceptible de soumettre les personnes ;
- **Principe d'optimisation** : le niveau de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants résultant d'une de ces activités, la probabilité de la survenue de cette exposition et le nombre de personnes exposées doivent être maintenus au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu de l'état des connaissances techniques, des facteurs économiques et sociétaux et, le cas échéant, de l'objectif médical recherché ;
- **Principe de limitation** : l'exposition d'une personne aux rayonnements ionisants résultant d'une de ces activités ne peut porter la somme des doses reçues au-delà des limites fixées par voie réglementaire, sauf lorsque cette personne est l'objet d'une exposition à des fins médicales ou de recherche biomédicale.

Pour évaluer l'impact sanitaire d'une exposition aux rayonnements ionisants et gérer les effets résultant de plusieurs types d'exposition (externe ou interne), la radioprotection utilise la notion de « dose efficace ». C'est une grandeur calculée, exprimée en millisieverts (mSv), qui prend en compte non seulement les énergies absorbées par le corps, mesurées en grays (Gy : énergie cédée par unité de masse), mais aussi la nature des rayonnements émis et la sensibilité biologique à ces rayons des tissus et organes exposés.

La réglementation de la radioprotection précise les dispositions applicables à chacune des trois catégories de personnes : public, patients et travailleurs.

La réglementation nationale (code de la santé publique et code du travail) fixe, pour le public et les travailleurs, les limites de doses individuelles annuelles cumulées admissibles. Pour le public, la limite de dose efficace est fixée à 1 mSv par an, en tenant compte de l'impact cumulé possible des activités nucléaires. Pour les travailleurs, cette limite est fixée à 20 mSv par an (sur 12 mois consécutifs). La

surveillance des travailleurs repose notamment sur l'analyse régulière des dosimètres individuels qu'ils ont l'obligation de porter pour l'exercice de leurs fonctions.

2. COLLECTE ET TRAITEMENT DES EAUX USEES URBAINES

2.1 Collecte des eaux usées urbaines

L'assainissement collectif s'articule en plusieurs étapes :

- **la collecte** : le réseau public d'assainissement collecte les eaux usées domestiques et celles issues d'activités professionnelles (artisanat, restauration, industrie autorisée...). Le réseau d'eaux usées peut aussi collecter les eaux pluviales – on parle dans ce cas de réseau unitaire ;

- **le transport** dans les canalisations jusqu'à la station de traitement ;

- **le traitement** dans une station de traitement des eaux usées (station d'épuration). L'eau usée y est débarrassée de ses matières organiques qui forment des boues, puis de ses polluants. L'eau obtenue à l'issue de ce processus est rejetée dans le milieu aquatique, et les boues sont évacuées vers différentes filières, avec utilisation agricole (épandage, compost) ou incinération.

De nombreux réseaux d'égouts d'agglomérations sont encore en système unitaire, recueillant à la fois eaux usées et eaux pluviales (eaux des rues, des toitures, etc..). Les eaux usées sont donc mélangées avec les eaux de pluie. Il est donc nécessaire qu'un réseau unitaire puisse déborder dans l'environnement car tout l'écoulement lors de fortes pluies ne peut être conduit à la station d'épuration. Des déversoirs d'orage situés en certains points du réseau, et avant la station d'épuration, le permettent.

2.2 Traitement des eaux usées urbaines et rejets dans le milieu récepteur

- **Les différentes étapes de traitement**

Dans les stations, les traitements varient selon la nature des eaux usées et la sensibilité à la pollution du milieu récepteur. Ils nécessitent des étapes successives faisant appel à des procédés physiques, chimiques, physico-chimiques et biologiques.

Les principales étapes du traitement sont :

- Le **dégrillage** : à l'arrivée dans la station, les eaux usées passent à travers des grilles qui retiennent les déchets solides les plus grossiers (papiers, matières plastiques...). Il s'agit d'une simple étape de séparation physique.
- Le **dessablage** : il permet d'ôter le sable et les graviers des eaux usées, qui se déposent au fond d'un bassin où ils sont récupérés.
- Le **déshuilage et dégraissage** : l'injection de bulles d'air permet de faire remonter les huiles et les graisses en surface, d'où elles sont éliminées.
- La **coagulation/floculation/décantation** : ce traitement physico-chimique permet d'éliminer une forte proportion des matières en suspension. Pour faciliter le dépôt des particules dans le fond du bassin, l'étape de décantation peut être couplée à deux autres étapes :
 - La **coagulation** : des sels de fer ou d'aluminium sont ajoutés à l'eau afin de réduire les forces électrostatiques de répulsion entre les particules et permettre ainsi leur coagulation ;

- La **floculation** : l'eau est lentement brassée, permettant ainsi aux particules de s'agglomérer et de former des amas de plus et plus gros. Leur masse élevée leur permet ensuite de se déposer plus rapidement dans le fond du bassin sous l'effet de la gravité.
- Le **traitement biologique** : le cœur du traitement consiste à faire dégrader les matières organiques dissoutes par des bactéries naturellement présentes dans ces eaux. Des dispositifs d'aération permettent d'insuffler de l'oxygène aux bactéries qui se développent en se nourrissant des matières organiques.

Quelques exemples de techniques de traitement biologique :

- **Les boues activées** : ce procédé imite l'épuration naturelle observée dans les cours d'eau, en l'intensifiant : l'eau, dans laquelle on insuffle de l'air, est brassée pour faire se multiplier rapidement les microorganismes épurateurs, qui évoluent librement dans les eaux sales. Les bactéries ainsi sollicitées sont ensuite séparées de l'eau par décantation.
- **Le lagunage** : ce procédé, plus rustique, revient à laisser faire la nature, en exposant les eaux usées à la lumière du soleil dans une série de bassins de faible profondeur. Les microalgues vivant dans ces eaux s'y développent. Elles dégagent ainsi de l'oxygène qui, ajouté à celui qui s'échange entre l'air et l'eau, permet aux bactéries épuratrices de se reproduire rapidement.
- **Les biofiltres** : ce procédé s'inspire de l'épuration naturelle opérée par les sols. L'eau usée passe à travers une couche formée de petites billes, sur lesquelles les microorganismes épuratoires de cette eau affectionnent de se fixer. Le système est aéré artificiellement.
- La **clarification** : elle permet de séparer par décantation l'eau des bactéries, qui forment des boues. Les eaux clarifiées sont acheminées vers une canalisation de sortie, tandis que les boues sont évacuées vers la filière de traitement des boues.

2.3 Traitement et élimination des boues

Une station d'épuration produit trois grands types de boues :

- les boues primaires (matières organiques décantées) ;
- les boues physico-chimiques (matières organiques agglomérées par un réactif) ;
- les boues biologiques (bactéries nourries de matières organiques).

En vue de leur valorisation, différents traitements sont appliqués aux boues :

- pour réduire leur teneur en eau : épaissement par gravité, déshydratation partielle (moins de 80 % d'eau), centrifugation (70 % d'eau) ou séchage presque total (5 à 10 % d'eau) ;
- pour stabiliser la matière organique, en diminuant sa fermentescibilité pour réduire ou supprimer les mauvaises odeurs (la digestion permet aux bactéries de transformer la moitié des matières organiques en gaz – gaz carbonique CO₂ et méthane CH₄ - réutilisés comme source d'énergie) ;
- pour les hygiéniser, si nécessaire, en détruisant les micro-organismes pathogènes.

Il est important de choisir le mode de traitement des boues en fonction du débouché envisagé.

Les filières d'élimination ou de valorisation des boues de station de traitement des eaux usées sont :

- la mise en centre d'enfouissement technique (CET), les boues devant être conformes à la réglementation générale de ces installations (notamment siccité minimale de 30 %) ;
- l'incinération spécifique ou la co-incinération avec ordures ménagères, avec application de la réglementation générale relative à ces installations ;
- l'épandage en agriculture (de manière courante) et sur parcelles forestières (dans le cadre d'expérimentation), relevant d'une réglementation spécifique au titre de la loi sur l'eau.

La production de boues issues du traitement des eaux est de plus d'un million de tonnes de matières sèches par an, dont plus de 70 % sont valorisées en agriculture. Les retours au sol de ces boues sont parmi les plus encadrés de tous les épandages de matières sur les sols agricoles (fumiers, lisiers, engrais, phytosanitaires...).

2.4 Cadre réglementaire

- **Les autorisations de rejet d'eaux usées non domestiques (code de la santé publique)**

Dans le cas des eaux usées « autres que domestiques », un arrêté d'autorisation de déversement dans le réseau d'assainissement doit être délivré par l'autorité compétente des réseaux d'assainissement (appelée collectivité) : il a pour objet de définir si les eaux usées peuvent être collectées dans un réseau d'assainissement collectif et, dans l'affirmative, de définir les conditions techniques et financières générales d'admissibilité de ces eaux usées non domestiques dans le réseau public d'assainissement.

Le règlement d'assainissement définit les conditions et modalités auxquelles sont soumis les déversements d'effluents dans les réseaux publics, ainsi que dans les installations non collectives situées sur le territoire de la collectivité. Le règlement définit les règles de base et des orientations (le niveau de détail de ces règles étant variable selon les règlements) alors que l'arrêté d'autorisation précise les préconisations propres à chaque rejet d'eaux usées non domestiques.

Une convention peut venir en complément de l'autorisation et détailler certaines opérations. Elle peut proposer différents modes de prétraitements permettant aux rejets de devenir comparables à des rejets domestiques, préciser le cahier des charges à respecter pour effectuer les analyses, évoquer les procédures de contrôle. L'arrêté d'autorisation fait référence à cette convention (qui n'a rien d'obligatoire) et oblige, en outre, les établissements à leur fournir les données d'autosurveillance.

Les arrêtés d'autorisation et, le cas échéant, les conventions qui résultent de l'article L. 1331-10 du code de la santé publique, permettent à la collectivité de fixer des limites et des conditions de rejets, d'imposer des mesures préventives, de contrôler et de suivre le niveau de rejet et de reporter les coûts correspondants sur le pollueur.

Comparaison entre un arrêté d'autorisation de déversement et une convention de déversement

Autorisation de déversement	Convention de déversement
Obligatoire si déversement d'eaux usées autres que domestiques dans le réseau de collecte des eaux usées	Facultative, elle constitue une annexe de l'arrêté et ne doit pas être associée à un contrat distinct de ce dernier.
Relève du droit public et doit être signée par le maire, sauf s'il a transféré ses pouvoirs de police à un service intercommunal compétent à fiscalité propre	La convention est une annexe à l'arrêté d'autorisation.
Fixe des paramètres techniques : Caractéristiques des effluents et modalités de surveillance et de contrôle	Se limite à préciser les modalités juridiques, techniques et financières, les droits et devoirs des différents partis et les règles de communication entre eux.
Précise les modalités financières (participation à l'investissement et fonctionnement des ouvrages de traitement et de transport)	
Peut être complétée par une convention de déversement	
Objectifs	Objectifs
Préserver les ouvrages d'assainissement	Se limite à préciser les modalités de mise en œuvre des dispositions de l'autorisation
Préserver la santé de notre environnement et du personnel et garantir une sécurité juridique pour l'établissement	Renforcer les liens entre acteurs
Sécuriser la filière boues et les sous-produits	
Garantir une sécurité juridique pour l'établissement	Mieux gérer les dysfonctionnements
Garantir un traitement de qualité et durable	Garantir un traitement de qualité et durable
Préserver l'environnement	Préserver l'environnement

• Les rejets de stations de traitement des eaux usées (code de l'environnement)

Les normes de rejet en aval des stations d'épuration sont règlementées par les objectifs de la directive n° 91/271 du 21 mai 1991 modifiée relative au traitement des eaux urbaines résiduaires (DERU), d'une part, et la directive n° 2000/60/CE du 23 octobre 2000 modifiée établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (DCE), d'autre part.

La DERU fixe des obligations de collecte et de traitement des eaux usées générées par les systèmes d'assainissement.

La DCE porte plus particulièrement sur le bon état des masses d'eau à horizon 2015, voire 2021 ou 2027. Des réseaux de surveillance permettent de suivre l'état des masses d'eau et l'impact des activités anthropiques (rejets des eaux usées, industrielles, etc.) sur les milieux aquatiques.

Pour contrôler le respect de ces normes, les stations de traitement des eaux usées sont dotées d'équipements de contrôle de leurs rejets et leurs exploitants respectent un planning d'auto-surveillance obligatoire. Parfois, un suivi du milieu récepteur (rivière ou milieu marin) est imposé dans l'arrêté préfectoral qui autorise le rejet issu de la station d'épuration dans le milieu naturel.

Les normes de rejet, fixées dans cet arrêté préfectoral, dépendent essentiellement de deux facteurs :

- les quantités et qualités des pollutions reçues par la station de traitement des eaux usées;
- l'objectif d'atteinte du bon état par le milieu aquatique qui reçoit les eaux usées traitées et sa sensibilité au rejet.

Ainsi, une station de traitement importante qui rejette les eaux usées traitées dans un environnement « fragile » devra mettre en place un traitement plus contraignant que si elle rejetait dans un milieu moins sensible.

Des exigences environnementales particulières ou des activités, telles que la baignade, répondent à une réglementation plus contraignante. Dans ce cas, le préfet fixe conditions de rejet des eaux usées traitées par les stations d'épuration plus contraignantes, lesquelles nécessitent un, voire des, traitements complémentaires.

La responsabilité de la conformité des eaux rejetées dans le milieu naturel relève de l'autorité compétente de la station d'épuration, une collectivité qui peut être distincte de l'autorité compétente des réseaux.

- **Les règles et procédure applicables à l'épandage des boues**

La réglementation existante sur les pratiques d'épandage a été instituée à la fois au titre de la directive européenne n° 86/278/CEE du 12 juin 1986 relative à la protection de l'environnement et notamment des sols, lors de l'utilisation des boues d'épuration en agriculture, de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, de la loi de 1975 sur les déchets, aujourd'hui codifiées dans le code de l'environnement et du code de la santé publique. Elle est constituée :

- des articles R. 211-25 à R. 211-47 du code de l'environnement,
- de l'arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur sols agricoles.
- de l'arrêté du 21 juillet 2015 relatif aux systèmes d'assainissement collectif et aux installations d'assainissement non collectif, à l'exception des installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO₅.

Elle est complétée par les circulaires d'application des 14 mars 1999 et 18 avril 2005.

La loi sur l'eau impose une déclaration systématique au Préfet, la fourniture d'étude d'incidence et de plans de gestion ainsi que la réalisation d'une traçabilité à la parcelle des épandages.

Les épandages sont soumis à déclaration au titre de la loi sur l'eau dès que la quantité de boues produites par une station et destinée à être épandue en agriculture dépasse l'équivalent d'environ 200 habitants (0,15 t/an d'azote ou 3 t/an de matière sèche). Une autorisation prise après enquête publique, est nécessaire au-dessus de 50 000 équivalent-habitants environ (40 t/an d'azote ou 800 t/an de MS).

Dans ces deux cas, l'étude d'incidence exigée par la réglementation doit être complétée par une présentation de l'état du système d'assainissement, des caractéristiques des principaux rejets non domestiques et industriels dans les réseaux.

Le préfet est :

- destinataire des programmes prévisionnels annuels d'épandage et des bilans annuels, ainsi que d'une synthèse annuelle de chaque registre tenu par les producteurs de boues (voir ci-après) ;

- chargé de la validation de l'autosurveillance et du contrôle du respect de la réglementation.

Les concentrations en polluants (7 éléments trace métallique, 3 HAP et la somme des 7 principaux PCB) contenues dans les boues épandues sont réglementées, suivies et limitées. Des flux limites apportés aux sols en 10 ans sont prévus. Les boues ne peuvent être épandues que lorsque les sols possèdent certaines caractéristiques. Les prescriptions nationales relatives à ces pratiques vont au-delà des exigences de la directive de 1986 susmentionnée.

L'ensemble de ces dispositions permet d'apporter les garanties d'innocuité des épandages. En outre, les arrêtés du 8 janvier 1998 et du 21 juillet 2015 imposent au producteur de boues d'assurer une traçabilité totale de la filière. Ainsi :

- les boues produites sont alloties ;
- les producteurs de boues doivent tenir à jour des registres permettant de connaître avec précision la destination (parcelle cadastrale ou unité de culture) de chaque lot, sa date, et les caractéristiques du lot concerné ;
- les mélanges de boues sont interdits, afin de ne pas brouiller la traçabilité. Toutefois le regroupement de petites communes en vue de permettre un meilleur traitement des boues est possible.

Les boues peuvent être évacuées également dans des installations classées pour l'environnement, en centre de stockage de déchets contrôlé ou incinérées, sous réserve que les arrêtés d'exploitation de ces installations autorisent la réception de boues d'épuration.

Des critères spécifiques doivent être pris en compte :

- le stockage : les prescriptions qui s'appliquent sont précisées dans l'arrêté "consolidé" du 9 septembre 1997 modifié sur les installations de stockage des déchets ménagers et assimilés et la circulaire du 4 juillet 2002. Il faut pour cela que les boues présentent une siccité supérieure à 30 %.
- l'incinération : l'arrêté de ministère de l'écologie et du développement durable du 20 septembre 2002 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux est à prendre en compte.

En ce qui concerne le transport, le décret n° 90-217 du 23 mars 90 relatif à l'importation, l'exportation et au transit de déchets générateurs de nuisances impose un certain nombre de contraintes relatives au transport. Ce décret s'applique aux boues. L'arrêté du 18 août 1998 relatif à la composition du dossier de déclaration et au récépissé de déclaration pour l'exercice de l'activité de transport de déchets précise les conditions nécessaires à l'obtention d'autorisation de transport.

La responsabilité de la conformité de la filière d'évacuation des boues relève de l'autorité compétente de la station d'épuration, une collectivité qui peut être distincte de l'autorité compétente des réseaux.

3. ESTIMATION DES RISQUES POUR LES TRAVAILLEURS

3.1 *Les risques pour les professionnels de l'assainissement*

Le risque lié aux rayonnements ionisants n'est bien évidemment pas le seul risque auquel sont confrontés les travailleurs de l'assainissement. On peut citer en premier lieu les risques microbiologiques, mais aussi les risques chimiques, auxquels s'ajoute la pénibilité du travail.

Une étude épidémiologique réalisée parmi le personnel des égouts de la ville de Paris par l'INRS³ a mis en évidence des excès statistiquement significatifs de symptômes respiratoires, digestifs et cutanés et une surmortalité par cancer broncho-pulmonaire (difficilement explicable par le seul tabagisme). L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) s'est saisie de cette problématique en 2011, afin d'identifier les causes de surmortalité décrites. L'agence a réuni des experts scientifiques afin de constituer un groupe de travail intitulé «surmortalité des égoutiers».

Les questions se déclinent comme suit :

1. Quels sont les effets sanitaires à long terme des conditions de travail dans les égouts ?
2. Quelles sont les expositions des égoutiers aux agents chimiques, microbiologiques, voire radiologiques, présents dans les eaux usées brutes et dans l'atmosphère des égouts ?
3. Quels sont les agents ou facteurs susceptibles d'expliquer la surmortalité des égoutiers, au regard des dangers identifiés et des expositions professionnelles ?

L'Anses a publié sur son site Internet une expertise en juin 2016⁴. L'évaluation des expositions des égoutiers aux agents radiologiques a été exclue du champ de l'expertise. Sur la base d'une analyse approfondie de la littérature scientifique mettant en évidence des expositions à de multiples agents chimiques et biologiques, dont des composés cancérigènes, mutagènes et reprotoxiques présents dans les eaux usées brutes et dans l'atmosphère des égouts, l'Anses conclut à l'existence d'effets sanitaires à long terme liés aux conditions de travail dans les égouts.

Dans son avis et son rapport publiés, l'ANSES émet une série de recommandations en matière de prévention, de mesures de protection et de suivi de la santé et de l'exposition des égoutiers à mettre en œuvre, ainsi que de travaux de recherches complémentaires à conduire. L'Agence rappelle dans son avis les principes généraux de prévention du code du travail, notamment la priorité à donner aux mesures de protection collective sur les mesures de protection individuelle. Au vu des conclusions de son expertise, l'Agence recommande de mieux appréhender les risques chimiques, microbiologiques et psycho-sociaux, afin de prendre les dispositions nécessaires pour assurer la sécurité et la protection de la santé des égoutiers à long terme.

³ Mortality among Paris sewage workers, P. Wild et al., Occup Environ Med. 2006 Mar; 63(3):168-172

⁴ <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2010SA0196Ra.pdf>

3.2 Radioactivité, impact radiologique et risque pour les travailleurs et la population

Les matières radioactives peuvent :

- contaminer des personnes par inhalation, ingestion ou contact cutané, de par leur forme physicochimique (gaz, vapeur, aérosol, liquide ou solide). Une fois incorporée, une partie de cette contamination sera éliminée par l'organisme. Le reste se fixera sur des organes cibles. L'émission des rayonnements et l'exposition se poursuivront jusqu'à élimination complète des radionucléides⁵ ;
- soumettre le personnel à une exposition externe lorsque les radionucléides présents émettent des rayonnements pénétrants (principalement des radiations gamma). L'exposition décroît avec la distance à la source et cesse dès lors que la personne n'est plus en présence de la source.

La réglementation en matière de radioprotection précise les dispositions applicables à trois catégories de personnes : le public, les patients et les travailleurs (*voir supra*).

La réglementation nationale de la santé publique et du travail fixe, pour le public et les travailleurs, les limites de doses individuelles annuelles.

- Pour le public, la limite de dose efficace est fixée à 1 mSv par an. Elle est censée couvrir toutes les sources d'exposition artificielles, autres que celles décrites dans l'article R. 1333-12 du code de la santé publique, auxquelles un individu peut être soumis.
- Pour les travailleurs, cette limite est fixée à 20 mSv sur 12 mois consécutifs. La surveillance des travailleurs repose notamment sur l'analyse régulière des dosimètres individuels (mesurant l'exposition externe) qu'ils ont l'obligation de porter pour l'exercice de leurs fonctions. Si le risque de contamination interne est identifié, la surveillance individuelle de ces travailleurs peut être complétée par des examens radiotoxicologiques ou des mesures anthropogammamétriques.

Au côté de ces valeurs limites réglementaires, le principe dit d'optimisation s'applique : « *l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants... doit être maintenue au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu de l'état des techniques, des facteurs économiques et sociaux* ».

Quand on considère un service de médecine nucléaire ou un laboratoire, les personnes y travaillant sont généralement dans la catégorie « travailleurs classés au titre de leur exposition aux rayonnements ionisants » du point de vue de la radioprotection (*voir infra*). Par contre, les personnes travaillant à l'entretien du réseau d'assainissement ou au sein de la station de traitement des eaux usées en aval du bâtiment sont bien entendu des travailleurs, mais « non classés » au sens de l'article R. 4451-57 du code du travail. Il appartient toutefois aux employeurs de ces travailleurs d'évaluer et de prévenir les risques auxquels ils sont susceptibles d'être exposés et, en particulier, le risque d'exposition aux rayonnements ionisants (*voir infra*).

⁵ Fonction de la période radioactive des radionucléides et de leur période biologique.

3.3 Réglementation travailleurs

Bibliographie / Pour aller plus loin :

Brochure ED 932 Les rayonnements ionisants : paysage institutionnel et réglementation, INRS, août 2014

Brochure ED 958 les rayonnements ionisants : Prévention et maîtrise du risque, INRS, 2005

L'employeur est tenu par une obligation générale de sécurité. Il doit mettre en œuvre toutes mesures appropriées pour assurer la sécurité et la santé physique et mentale du travailleur ; l'exposition aux rayonnements ionisants n'est qu'un élément supplémentaire qui suppose des mesures particulières, en plus des prescriptions générales.

Ainsi, les risques professionnels liés à l'exposition aux rayonnements ionisants sont au même niveau que les autres risques et la prévention s'inscrit dans la logique et la démarche qui prévaut, depuis 1991 et l'introduction des principes généraux de prévention (article L. 4121-1 et suivants) dans le code du travail, pour tous les risques auxquels sont exposés les travailleurs.

Quelle que soit l'exposition en cause, qu'elle soit radiologique ou non, il s'agit de :

- éviter les risques ;
- évaluer les risques qui peuvent être évités ;
- adapter le travail à l'homme ;
- tenir compte de l'état d'évolution de la technique ;
- remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou ce qui l'est moins ;
- planifier la prévention ;
- privilégier en priorité les mesures de protection collective par rapport aux mesures de protection individuelle ;
- donner des instructions appropriées aux travailleurs.

Le décret n° 2001-1016 du 5 novembre 2001 portant création d'un document relatif à l'évaluation des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs, prévu par l'article L. 4121-3 du code du travail, instaure par ailleurs le recensement des risques dans les entreprises et leur transcription dans le document unique. Cette obligation d'évaluation des risques est également rappelée dans le décret 2003-296 du 31 mars 2003, qui concerne l'exposition aux rayonnements ionisants en milieu professionnel.

La démarche d'évaluation des risques s'effectue sous la responsabilité de l'employeur, avec l'aide de différents acteurs de prévention, tels que le médecin du travail, l'ingénieur de prévention des risques professionnels, le salarié compétent, ou encore le conseiller en radioprotection (pour ce qui concerne les risques liés aux rayonnements ionisants).

Qu'est-ce qu'un travailleur classé au titre de son exposition aux rayonnements ionisants ?

Au sens de l'article R. 4451-57 du code du travail, est considéré comme travailleur classé au titre de son exposition aux rayonnements ionisants tout travailleur susceptible d'atteindre ou de dépasser, dans le cadre de son activité professionnelle, l'un des niveaux mentionné à l'article R. 4451-15 du code du travail (1 mSv/an au corps entier, 15 mSv/an pour le cristallin, 50 mSv/an pour les extrémités et la peau), quelles que soient les conditions de réalisation de l'opération, habituelles ou liées à des événements répétitifs.

Dès lors, un certain nombre d'obligations incombent à l'employeur : désignation d'un conseiller en radioprotection, délimitation et signalisation des zones réglementées, suivi individuel de l'exposition des travailleurs, etc.

En deçà de ces valeurs, le travailleur n'est pas considéré comme classé au titre de son exposition aux rayonnements ionisants, mais peut être néanmoins « soumis à un risque d'exposition aux rayonnements ionisants ». Les obligations de l'employeur restent celles applicables en général dans le cadre des principes généraux de prévention (inscrits dans le code du travail), pour tout type de risque.

Sécurité des personnels des services d'eau : Formations CATEC® (Certificat d'Aptitude à Travailler en Espaces Confinés)

Il existe un certificat d'aptitude à travailler en espaces confinés - CATEC® - pour les personnels des services d'adduction d'eau potable et d'assainissement (égouts visitables, stations de pompage souterraines, réservoirs...). Après plusieurs accidents graves dans les espaces confinés des ouvrages d'eau et d'assainissement, les autorités et les organisations professionnelles ont en effet élaboré un référentiel de compétences et un dispositif de formation pour les personnels concernés. Depuis le 25 juin 2009, il est fait obligation aux employeurs de n'affecter aux travaux en espaces confinés que des personnels spécialement formés à ces tâches. Le risque radiologique pourrait être intégré à cette formation.

3.4 Synthèse des études ponctuelles d'impact radiologique déjà réalisées : IRSN, ACRO, Université de Caen, SIAAP

L'IRSN avait déployé un réseau de sondes de mesure en continu dans les eaux usées urbaines, entre les années 1999 et 2010. Une dizaine de grandes stations de traitement d'eaux usées avaient été ainsi équipées et des sondes mobiles complétaient ce réseau de mesures. Les mesures ainsi réalisées sur 20 ans dans les réseaux d'eaux usées mettaient en évidence la présence quasi systématique de deux radioéléments : l'iode-131 (8 jours de période) et le technétium-99 métastable (six heures) dans les stations de traitement des eaux usées. On trouvait, en faible proportion, d'autres radioéléments comme le thallium-201 (3 jours), l'iode-123 (13 heures) et l'indium-111 (2,8 jours).

Une étude menée à Nantes en 2011, à la demande d'hôpitaux et du gestionnaire du réseau des eaux usées, a conclu que les niveaux de contamination restaient faibles et que la dose maximale annuelle reçue par les égoutiers de ce réseau ne dépassait pas 0,13 mSv par an, en prenant des hypothèses majorantes.

L'IRSN a aussi conduit une évaluation des doses reçues lors de vidanges volontaires de cuves de décroissance de l'Institut Gustave Roussy (Val-de-Marne), en 2012 et 2013. Les concentrations des effluents rejetés dans ce cas dépassaient la concentration de 100 Bq/L pour l'iode-131 mais un sous-dimensionnement de cuves avait contraint les gestionnaires à rejeter tout de même leur contenu dans le réseau. L'IRSN avait conclu, à l'époque, à l'absence de risque pour les travailleurs du réseau d'assainissement.

L'IRSN a mené également une étude en 2004 à Toulouse⁶, à la demande de la Compagnie Générale des Eaux. Les résultats de cette étude ont montré que de l'iode-131, échappant au système de collecte en cuves, est présent dans les eaux usées et, dans une moindre proportion, en rivière. Il provient des selles des patients hospitalisés pour des thérapies anticancéreuses. En effet, pour une activité administrée à chaque injection de l'ordre de 3700 mégabecquerels (MBq) à chaque patient, environ 15 % sont éliminés par les selles. Chaque patient peut ainsi rejeter environ 550 MBq

⁶ Étude des termes sources et du transfert de la radioactivité d'origine médicale dans le réseau d'assainissement de la ville de Toulouse, 2004

d'iode-131, au cours des 5 jours qui suivent l'administration du produit radiopharmaceutique. Les mesures réalisées au cours de vidanges successives des cuves de stockage des urines n'ont mis en évidence aucun marquage significatif d'iode-131 dans les eaux usées.

Cette étude a été complétée par des estimations de doses auxquelles des travailleurs (égoutiers ou agents de l'usine de dépollution) pourraient être exposés, par inhalation ou par irradiation externe. Les mesures de dose par irradiation externe ont été réalisées à partir de dosimètres d'ambiance, installés, pendant plusieurs semaines, en différents points de l'usine de dépollution et du réseau d'assainissement. La dose par inhalation a été estimée à l'aide de préleveurs d'air permettant la capture de l'iode-131 sur des cartouches de charbons actifs. La dose efficace résultant du cumul de l'exposition externe et de l'exposition par inhalation est estimée de l'ordre de 0,1 mSv par an au maximum, soit 10 fois inférieure à la limite réglementaire de dose pour les personnes du public, qui est de 1 mSv par an. L'exposition externe contribue de façon prépondérante à la dose estimée.

L'Université de Caen avait été sollicitée, en mars 2004, par le DG de l'ASN pour faire partie de quatre établissements pilotes en France en vue de préparer la décision ASN encadrant les rejets d'effluents hors INB. Le rapport remis retrace une année d'expérimentation pour tracer tout le réseau interne, consolider la connexion en amont, établir les temps de transit des rejets actifs, déterminer les débits et facteurs de dilution et, in fine, mettre en place un plan d'auto-surveillance. Par la suite, l'Université a conduit une étude d'impact de ses rejets (y compris jusqu'à l'épandage des boues) et produit un plan de gestion des déchets et effluents radioactifs dans le cadre d'une autorisation de rejets approuvée par l'ASN et encadrée par une convention avec le gestionnaire des réseaux d'assainissement. Cette contribution a été présentée au Groupe de travail.

Enfin, le groupe de travail a également eu connaissance d'une étude radioécologique⁷ menée par le laboratoire de l'ACRO (Association pour le Contrôle de la radioactivité dans l'Ouest) et accessible sur son site. Dans les eaux épurées de la station du District du Grand-Caen avant rejet dans l'environnement, seuls trois radionucléides sont détectés (technétium-99 métastable, iode-131 et indium-111). Les flux de technétium-99m sont notoirement réduits, avec un ratio moyen flux entrants/flux sortants de 0,07. Dans le milieu aquatique récepteur, seul l'iode-131 est mis en évidence. Les mesures effectuées au niveau de l'établissement (hôpital) montrent, selon l'ACRO, que les valeurs élevées en iode-131 proviennent des selles rejetées directement par les patients ou d'une mauvaise utilisation des toilettes, mais pas de la vidange des cuves de décroissance. Enfin, le temps de transit entre l'hôpital et la STEP est estimé à environ 3 heures.

Le SIAAP a mené une étude, en 2012, sur la caractérisation des effluents à la station d'épuration de Noisy-le-Grand. Cette étude faisait suite au refus de décharge de camions de résidus d'épuration des boues (REFIB) et des cendres à l'entrée des centres d'enfouissement, pour cause de radioactivité. Les résultats de l'étude ont montré qu'au point de rejet du centre hospitalier (CH), seuls les radionucléides en quantités importantes que sont le thallium-201 et le technétium-99 métastable sont détectés. Aucune trace d'iode-131 n'est décelée à la sortie de l'hôpital, alors que le radioélément y est bien administré. Cependant, on retrouve cet iode-131 en entrée de la STEP, avec une corrélation entre les doses administrées à l'hôpital et les doses retrouvées en entrée d'usine. On retrouve également en entrée d'usine du fluor-18 qui, lui, n'est pas administré au CHI, ce qui indique que la radioactivité présente dans les effluents peut provenir de patients soignés en dehors des communes raccordées sur le bassin versant de l'usine. On retrouve la présence d'éléments radioactifs le long du processus d'épuration, au niveau des différents postes de travail, à des niveaux relativement faibles. Pour ce qui est des REFIB, on y retrouve majoritairement de l'iode-131 alors qu'au niveau des cendres ce sont principalement des radioéléments métalliques (thallium, indium et technétium) qui sont présents. Les

⁷ Étude de la répartition de radionucléides artificiels émetteurs gamma entre une usine de dépollution et son milieu environnant – Cas de la station d'épuration du District du Grand-Caen. ACRO. 2000.

mesures de débits de dose au niveau des REFIB sont significatives et peuvent atteindre jusqu'à 700 nSv/h lorsque les valeurs pour les cendres sont plus faibles et dépassent très rarement le seuil d'alarme (250 nSv/h).

3.5 Hypothèses retenues pour l'estimation de l'impact radiologique

Le choix des hypothèses retenues pour l'estimation de l'impact radiologique des effluents de médecine nucléaire et des laboratoires a fait l'objet de nombreuses discussions au sein du groupe de travail avec l'éclairage de l'expertise de l'IRSN. Un consensus a été dégagé pour les diverses hypothèses (temps de séjour, dilution, géométrie des expositions...), qui ont été choisies de manière à être raisonnablement prudentes. Cette série d'hypothèses raisonnablement prudentes doit donc conduire à une estimation majorante des expositions.

L'IRSN a donc :

- d'une part, élaboré le « modèle générique » avec une série d'hypothèses qu'il estime raisonnable de retenir au vu des discussions, quel que soit le site et ainsi servant de socle à une méthode générique d'estimation de l'impact des rejets d'eaux usées contenant des radioéléments dans les réseaux d'assainissement,
- d'autre part, identifié les données locales qu'il conviendrait de collecter pour le « modèle semi-générique » pour les rejets d'un établissement spécifique.

En outre, les réunions du 30 septembre 2013, du 13 juin 2014, du 20 novembre 2014 et du 12 février 2015 du groupe de travail, au cours desquelles les hypothèses et la méthode proposées ont été discutées, ont également conduit à demander à la rendre plus réaliste pour les radionucléides les plus rejetés par les services de médecine nucléaire.

L'IRSN a réalisé son étude en intégrant ces hypothèses ayant eu l'assentiment des membres du groupe de travail. Elles sont explicitées et justifiées dans le rapport rendu : « Estimations dosimétriques des personnels des réseaux d'assainissement. Méthode générique d'estimation et déclinaison site par site – Modèle CIDRRE. Rapport PRP-HOM 2015-0007 ».

Les personnes susceptibles d'être exposées sont, d'une part, les travailleurs des réseaux de collecte et des stations de traitement en contact direct avec les eaux usées ou les boues issues de leur traitement, ou à proximité immédiate des eaux ou des boues, d'autre part, les travailleurs évacuant les boues et ceux les épandant dans les champs.

- Hypothèses générales prises pour des postes identifiés

- Age : Les travailleurs sont considérés âgés de plus de 17 ans.
- Débits respiratoires : par prudence, un débit respiratoire de 1,69 m³/h est retenu pour tous les travailleurs pendant la totalité du temps de présence à proximité des sources dans les réseaux de collecte ou les stations d'épuration, et pour la totalité du temps de travail à proximité des sources pour les travailleurs impliqués dans l'évacuation ou l'épandage des boues.

- Hypothèses pour les radionucléides

- Type d'absorption pulmonaire : On retient les types d'absorption pulmonaire recommandés par défaut par l'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 pour les formes physico-chimiques inconnues. En l'absence de recommandation, c'est le coefficient de dose le plus élevé qui est retenu.

- Pour le tritium sous forme HTO (évaporation de l'eau tritiée à partir des eaux usées), le passage transcutané est retenu en plus de l'inhalation ; l'incorporation par cette voie est estimée à 50 % de celle par la voie inhalation.
- Il est retenu une ingestion de boue par inadvertance pour l'adulte de 8,8 mg/h résultant de la combinaison des facteurs suivants (fourchette haute des valeurs recommandées par l'IRSN) :
 - adhérence à la peau : 0,2 mg/cm²,
 - surface de la paume : 220 cm²,
 - fraction transférée : 0,1,
 - nombre de contacts main/bouche : 2 par heure.

- Six postes de travail ont été retenus pour les études d'impact :

1. Travailleur dans un collecteur à proximité (à l'aval) du branchement de l'établissement rejetant les radionucléides et sans contact avec les eaux usées. Il s'agit d'un travailleur dans le milieu confiné du collecteur, à proximité immédiate des eaux usées mais dont le travail n'implique pas de contact avec ces eaux.
2. Travailleur dans un collecteur à proximité (à l'aval) du branchement de l'établissement rejetant les radionucléides et travail avec immersion partielle dans les eaux usées. Il s'agit d'un travailleur dans le milieu confiné du collecteur dont le travail implique une immersion partielle dans les eaux usées (par exemple, pour des travaux de curage).
3. Travailleur de la station de traitement des eaux usées dans la partie traitement des eaux – Travail à proximité des bassins de collecte et de traitement des eaux usées.
4. Travailleurs de la station de traitement des eaux usées dans la partie traitement des boues – Travail à proximité du procédé de traitement des boues, notamment à proximité des silos d'entreposage.
5. Travailleur évacuant les boues de la station de traitement
6. Travailleur épandant les boues dans les champs.

Pour chacun de ces postes de travail, des voies d'exposition potentielles, et donc des hypothèses, ont été retenues.

- Travailleur dans un collecteur à proximité de l'émissaire de l'établissement rejetant les radionucléides mais sans contact avec les eaux usées

Le travailleur est au-dessus de l'effluent sans contact avec celui-ci (travailleur situé sur une banquette latérale). Il est soumis à un risque d'exposition interne par inhalation de gouttelettes d'eaux usées mises en suspension (il n'y a pas de port de masque, en général, dans les réseaux). L'ingestion par inadvertance est en revanche exclue, dans la mesure où les travaux dans les réseaux de collecte imposent le port de gants, qui sont supposés réduire très fortement les contacts involontaires à la bouche. Par ailleurs, l'exposition externe par le nuage de gouttelettes mises en suspension est négligeable par rapport à l'exposition externe par les eaux usées.

Le temps de présence dans le collecteur qui reçoit les eaux usées radioactives, retenu pour les calculs génériques d'exposition, correspond à un gros chantier de 2 mois, à raison de 5 heures par jour, soit 200 h/an. Ce temps de présence est jugé prudent, dans la mesure où il suppose un gros chantier dont

la totalité est effectuée dans le collecteur dans lequel sont déversées les eaux usées radioactives, juste à l'aval de l'émissaire de l'établissement.

Les travaux d'entretien des réseaux (curage) utilisent souvent la force hydraulique générée par les eaux usées et sont donc susceptibles de générer une mise en suspension de gouttelettes d'eau usée. Un taux de 10^{-6} kg/m³ de gouttelettes en suspension est retenu à titre conservatif. Pour le tritium, c'est l'évaporation de l'eau usée tritiée qui constitue la source de l'exposition par inhalation et passage transcutané. Une humidité de l'air de 20 g/m³ de vapeur d'eau est retenue.

- Travailleur dans un collecteur à proximité de l'émissaire de l'établissement rejetant les radionucléides, avec immersion partielle dans les eaux usées

Ce travailleur est soumis à un risque d'exposition externe au rayonnement provenant des eaux usées. Dans cette situation, l'exposition externe est différente sur la partie immergée du corps du travailleur et sur la partie émergée. L'immersion peut être très partielle et ne concerner que le bas des jambes, ou être plus importante et concerner aussi la partie inférieure du tronc. Comme dans le cas précédent, le travailleur est également soumis à un risque d'exposition interne par inhalation de gouttelettes d'eaux usées mises en suspension ; l'exposition externe au rayonnement provenant du nuage de gouttelettes mises en suspension est négligeable par rapport à celle due aux eaux usées ; l'ingestion par inadvertance est exclue, dans la mesure où les travaux dans les réseaux de collecte imposent le port de gants.

Le temps de présence dans le collecteur qui reçoit les eaux usées radioactives, retenu pour les calculs génériques d'exposition, correspond à un gros chantier de 2 mois, à raison de 5 heures par jour, soit 200 h/an.

10^{-6} kg/m³ de gouttelettes en suspension et une humidité de l'air de 20 g/m³ de vapeur d'eau sont retenus.

- Travailleur de la station de traitement des eaux usées dans la partie traitement des eaux

Ce travailleur est soumis à un risque d'exposition externe au rayonnement provenant des masses d'eaux usées. Il convient de noter que ces eaux usées contiennent l'effluent hospitalier largement dilué par rapport à l'émissaire de l'établissement. Le volume d'eaux usées qui constitue la source de l'exposition externe peut en revanche être important (volume d'un ouvrage de traitement des eaux usées). Le travailleur est supposé séjourner à proximité immédiate du bord des réservoirs d'eaux usées. Comme dans les autres cas, le travailleur est également soumis à un risque d'exposition interne par inhalation de gouttelettes d'eaux usées mises en suspension ; l'ingestion par inadvertance est en revanche exclue (port de gants) ; l'exposition externe au rayonnement provenant du nuage de gouttelettes mises en suspension est négligeable.

Le temps de présence retenu est de 800 h/an.

10^{-6} kg/m³ de gouttelettes en suspension et une humidité de l'air de 20 g/m³ de vapeur d'eau sont retenus.

- Travailleurs de la station d'épuration dans la partie traitement des boues

Ce travailleur est soumis à un risque d'exposition externe au rayonnement provenant des boues. Ces boues sont susceptibles de contenir une fraction significative des radionucléides rejetés. Par ailleurs, la quantité de boues peut être assez importante (par exemple le silo d'entreposage en tête du procédé de traitement des boues). Ce travailleur peut être soumis à une exposition interne par inhalation de particules de boues mises en suspension, en particulier quand le procédé comprend une étape de déshydratation (voire de séchage) des boues. Ce travailleur peut également être soumis à une exposition interne, par ingestion par inadvertance de particules de boues, dans la mesure où il ne peut pas être exclu que certains postes de travail n'exigent pas le port de gants.

Le temps de présence retenu est de 800 h/an.

- Travailleur évacuant les boues de la station de traitement.

Ce travailleur est soumis à un risque d'exposition externe au rayonnement provenant des boues dans la benne du véhicule. Ce travailleur peut être soumis à une exposition interne par inhalation de particules de boues mises en suspension, en particulier pendant les opérations de chargement et déchargement ; on considère par prudence que la mise en suspension intervient aussi pendant toute la durée de transport des boues. Ce travailleur peut également être soumis à une exposition interne, par ingestion par inadvertance de particules de boues, dans la mesure où on ne peut exclure que la cabine de conduite soit empoussiérée par des particules de boues mises en suspension et que le travailleur ne porte pas de gants pendant une grande partie du temps (temps de conduite notamment). Cette hypothèse est toutefois considérée très prudente (empoussièrement de la cabine vraisemblablement limité).

Un taux de 10^{-5} kg/m³ d'aérosols de boues en suspension est retenu.

- Travailleur épandant les boues dans les champs.

Ce travailleur est soumis à un risque d'exposition externe au rayonnement provenant des boues épandues ; on suppose que, pendant les opérations, un côté du champ a reçu les boues et l'autre non, et que le travailleur se tient entre ces deux côtés du champ. Le travailleur peut être soumis à une exposition interne par inhalation de particules de boues mises en suspension pendant les opérations d'épandage. Il peut également être soumis à une exposition interne, par ingestion par inadvertance de particules de boue, dans la mesure où il ne peut pas être exclu qu'il ne porte pas de gants.

Un taux de 10^{-5} kg/m³ d'aérosols de boues en suspension est retenu.

- Hypothèses sur les dilutions (pour le modèle générique)

- Il est supposé que la dilution résultant de celles obtenues dans les réseaux de l'établissement et dans le collecteur où travaillent les personnels est d'un facteur 10. Pour des rejets, exprimés sous la forme d'une activité annuelle rejetée, il est supposé que le débit d'eaux usées dans le collecteur est de 10⁴ m³/an (soit un débit horaire de l'ordre de 1 m³/h).
- À la station de traitement des eaux usées, pour des rejets exprimés sous la forme d'une concentration des radionucléides dans l'effluent, il est supposé que la dilution résultant de la collecte de toutes les eaux usées traitées par la station est au moins d'un facteur 10 par rapport à la concentration des effluents du collecteur calculée lors du mélange au collecteur. Pour des rejets exprimés sous la forme d'une activité annuelle rejetée, il est supposé que la dilution des rejets est réalisée dans un volume annuel d'au moins 10⁵ m³/an (soit une station raccordée à une communauté d'environ 1 100 à 1 800 habitants).
- Pour le modèle semi-générique, comme indiqué ci-après, ces hypothèses de dilution très conservatives sont remplacées respectivement par une estimation réaliste de dilution par le débit des eaux usées de l'établissement et par le débit des eaux usées traitées par la station.

- Hypothèses sur les temps de transfert depuis le rejet au collecteur

De manière enveloppe, il est retenu des temps de transfert et de stockage minimaux (voire très conservatifs) aux différentes étapes de calcul des expositions des travailleurs.

Les temps choisis entre le rejet dans le collecteur et l'exposition d'un travailleur sont :

- dans le collecteur : délai nul entre rejet et l'exposition des travailleurs ;
- dans la STEP, file eaux : 3 heures, que ce soit pour l'exposition aux eaux usées ou aux boues ;
- évacuation des boues de la STEP : 7 jours ;

- épandage des boues : 8 jours.

- Hypothèses pour le calcul de l'exposition externe

Pour permettre le calcul de l'exposition externe facilement pour un très grand nombre de radionucléides, l'IRSN a retenu, dans le cadre de l'application des dispositions de l'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, les coefficients de dose fournis dans la publication n° 12 des US Federal Guidance⁸. Ces coefficients de dose couvrent un très grand nombre de radionucléides et des situations d'exposition par submersion dans de l'eau contaminée ou par présence sur une surface contaminée ou un sol contaminé en profondeur. En fonction de la géométrie des postes étudiés, ces coefficients de dose ont été adaptés et justifiés dans le rapport de l'IRSN.

- Hypothèses pour le fluor-18, le technétium-99 métastable et l'iode-131

Les activités administrées de fluor-18, de technétium-99 métastable et d'iode-131 sont très nettement supérieures aux activités administrées des autres radionucléides. En conséquence, les déversements de ces radionucléides dans les réseaux sont largement supérieurs aux déversements des autres radionucléides. Il a donc été décidé, par le groupe de travail et l'IRSN, d'affiner les hypothèses choisies pour la méthode générique uniquement pour ces radionucléides, de façon à obtenir des résultats plus réalistes et à ne pas surestimer grossièrement les expositions des travailleurs des réseaux et des STEP, ce qui pourrait conduire à prendre des mesures aussi inutiles que coûteuses.

Trois voies ont donc été investiguées pour affiner les hypothèses sur la base de discussions du groupe de travail :

- la rétention biologique par le patient et la décroissance radioactive ;
- la géométrie des postes les plus exposés, notamment celui du travailleur en égout partiellement immergé ;
- le taux de rétention dans les boues.

• Rétention biologique et décroissance radioactive

Une méthode courante pour estimer les activités rejetées par les services de médecine nucléaire est de partir des activités administrées. Ces dernières sont dûment comptabilisées par les services pour chaque radionucléide. Après administration, ces radionucléides sont excrétés par les patients, en particulier (mais pas exclusivement) par les urines. Cette excrétion n'est pas immédiate et une fraction de l'activité administrée disparaît par décroissance radioactive avant l'excrétion. Cette fraction dépend de plusieurs facteurs, notamment du radionucléide administré, de l'acte thérapeutique ou diagnostique et de l'état de santé du patient. On peut toutefois établir, pour chaque radionucléide, une fraction minimale de l'activité administrée qui disparaît par décroissance radioactive avant excrétion, sur la base d'une approche prudente.

La fraction maximale de l'activité initiale administrée qui se retrouve au final rejetée dans les eaux usées de l'établissement a été établie à 20 % pour le fluor-18, 50 % pour le technétium-99 métastable et à 20 % pour l'iode-131 dans le cas de traitements avec hospitalisation (recueil des urines en cuves de décroissance) et 70 % pour les traitements ambulatoires.

⁸ Eckerman K F and Ryman J C, External exposure to radionuclides in air, water, and soil, Federal Guidance 12, septembre 1993

- **Exposition externe des travailleurs partiellement immergés dans les eaux des collecteurs**

L'évaluation de l'exposition externe des travailleurs par la méthode générique repose sur l'utilisation de coefficients de dose classiques et « prêts à l'emploi » (publication n° 12 des US Federal Guidance) mais qui ont été déterminés pour des géométries sensiblement différentes de celles rencontrées en assainissement. Même après les corrections apportées par l'IRSN (cf.supra) pour tenir compte de l'immersion seulement partielle des travailleurs, ces coefficients restent peu réalistes. L'IRSN a donc procédé à une expertise poussée pour les fluor-18, technétium-99 métastable et iode-131, avec une géométrie réaliste et l'utilisation de codes de calcul (méthode Monte Carlo). Des débits de dose efficace ont donc été calculés spécifiquement pour ces trois radionucléides pour un égoutier en semi-immersion dans le collecteur.

- **Rétention dans les boues**

Pour estimer l'exposition aux boues, la méthode générique suppose que l'intégralité des activités rejetées est retenue dans les boues, c'est-à-dire sans partition entre boues et phase aqueuse. C'est une hypothèse très conservatrice pour certains radionucléides, qui sont majoritairement sous forme dissoute dans la phase aqueuse (de la même manière, on considère également que l'intégralité de l'activité est rejetée dans la phase aqueuse quand on considère ce type d'expositions).

La période de l'iode-131 étant significative, devant le délai entre le rejet et l'exposition des travailleurs aux boues contaminées, la décroissance radioactive est limitée et la valeur du facteur de rétention (de l'iode) dans les boues est un paramètre important, pour ne pas surestimer de manière excessive l'exposition des travailleurs de la file boues des STEP et ceux réalisant l'évacuation et l'épandage de ces boues. Au vu de la bibliographie étudiée par l'IRSN⁹, il a été proposé de retenir une valeur de 20 % de l'activité des eaux traitées pour la rétention de l'iode dans les boues.

3.6 Conclusions sur le risque radiologique

Pour procéder à des estimations d'impact dosimétrique, le rapport de l'IRSN⁹ propose une hiérarchie de méthodes (générique, semi-générique, spécifique au site).

- **Méthode générique**

Un modèle numérique d'utilisation très simple a été élaboré sur la base des hypothèses décrites ci-dessus, et permet de procéder à une première étude générique enveloppe fournissant des estimations de dose en ordre de grandeur, largement surestimées dans la plupart des cas. Ce modèle, baptisé CIDRRE (*Calcul d'Impact des Déversements Radioactifs dans les REseaux*), permet d'estimer les doses susceptibles d'être reçues pour chaque type de travailleur pour le déversement unitaire d'une liste de radionucléides, notamment les radionucléides utilisés en médecine nucléaire ou en laboratoires de recherche.

Les résultats du modèle CIDRRE pour chaque type de travailleur (travailleur émergé dans le collecteur, travailleur partiellement immergé dans le collecteur, travailleur sur la file eaux de la STEP, travailleur sur la file boues de la STEP, travailleur à l'évacuation des boues, travailleur à l'épandage des boues) sont calculés en $\mu\text{Sv/an}$ (en annexe du rapport IRSN⁹) pour un rejet annuel d'eau contaminée par un radionucléide à une concentration moyenne annuelle 1 Bq/L par le service ou le laboratoire, c'est-à-

⁹ Rapport IRSN « Estimations dosimétriques des personnels des réseaux d'assainissement – Méthode générique d'estimation et déclinaison site par site – Modèle CIDRRE », référence PRP-HOM 2015-0007

dire avant dilution par les eaux de l'ensemble de l'établissement. Ces résultats sont également applicables pour un rejet annuel de 1 MBq/an.

- Pour un radionucléide, le résultat est à multiplier simplement par la concentration ou l'activité suivant le mode d'expression choisi.
- Si plusieurs radionucléides sont rejetés, les doses obtenues pour chaque radionucléide sont à sommer pour chaque type de travailleur.
- Si plusieurs services ou laboratoires déversent des eaux usées dans des réseaux qui aboutissent à la même STEP, il y a lieu de sommer les doses estimées pour chaque service et laboratoire pour chacun des postes identifiés de la STEP. Un raisonnement similaire est à tenir, pour des rejets multiples dans un même collecteur, pour les égoutiers.

Si les résultats obtenus sont inférieurs à 1 mSv/an, il n'y a pas lieu *a priori* d'utiliser une méthode plus précise.

Cette méthode générique est d'autant plus commode qu'elle ne nécessite que peu de données. À partir de la concentration moyenne annuelle des radionucléides dans les eaux usées du service de médecine nucléaire ou du laboratoire ou de l'activité annuelle susceptible d'être rejetée – voire, encore plus simplement, de l'activité manipulée pour de petits établissements – on déduit facilement un ordre de grandeur maximal des doses reçues pour des postes identifiés des réseaux et des STEP, sans nécessité de connaître les caractéristiques des déversements d'eaux usées du site et les caractéristiques de la STEP qui traite ces eaux. Si cet ordre de grandeur est inférieur à 1 mSv/an, il n'y a pas lieu de pousser plus loin les investigations.

- **Méthode semi-générique**

Un objectif de la déclinaison site par site de la méthode générique est la recherche d'estimations dosimétriques moins grossières, notamment si la dose estimée pour un type de travailleur dépasse significativement 1 mSv/an. Parmi les hypothèses extrêmement prudentes, il faut noter plus particulièrement celles qui concernent la dilution des eaux usées des services ou laboratoires dans le collecteur récepteur et la dilution dans le réseau avant l'entrée dans la STEP. Des données du site permettent des estimations plus réalistes.

Deux données sont à introduire dans la méthode semi-générique pour moduler les doses calculées :

- le débit annuel d'eaux usées de l'établissement dans lequel le service ou le laboratoire déverse ses effluents radioactifs, exprimé en mètre-cube par an ;
- le débit annuel d'eaux usées traitées par la STEP, exprimé en mètre-cube par an.

Il est important de rappeler que, malgré les corrections apportées ci-dessus, les résultats restent des ordres de grandeur volontairement surestimés par l'emploi quasi systématique de valeurs prudentes pour les paramètres. En conséquence, si l'estimation des doses pour chaque type de travailleurs reste inférieure à 1 mSv/an, il n'y a pas lieu *a priori* de développer une méthode réaliste spécifique au site.

Compte tenu des activités annuelles importantes qu'ils mettent en œuvre (exemple des CHU), la méthode semi-générique est à appliquer directement par les services de médecine nucléaire, plutôt que de s'en tenir à la méthode générique.

- **Méthode spécifique à un site**

Il s'agit ici d'utiliser la méthode générique en modifiant certains paramètres ou certaines hypothèses, en tenant compte des spécificités locales. Certains paramètres ou hypothèses ne sont pas

nécessairement très difficiles à définir plus précisément, mais nécessitent un dialogue entre l'établissement émetteur, la collectivité délivrant l'autorisation de rejet et les gestionnaires du réseau et de la station de traitement des eaux usées (respectivement exploitants).

Les données pouvant être modifiées sont :

- l'efficacité de la fosse septique de l'établissement émetteur ;
- la dilution des effluents de l'établissement par les eaux du collecteur : la méthode semi-générique présentée ci-avant repose sur l'hypothèse que les travailleurs dans les réseaux de collecte sont exposés à l'eau contaminée rejetée par l'établissement, sans tenir compte de la dilution par les eaux non contaminées déjà présentes dans le collecteur en amont de l'établissement. Il est pourtant plus que probable que d'autres émissaires déversent des eaux non contaminées en amont de l'établissement et qu'une telle dilution soit effective. Si un débit d'eau moyen en amont de l'établissement peut être estimé, il convient de calculer la concentration des radionucléides dans le collecteur en tenant compte du débit total dans le collecteur ;
- géométrie du collecteur (immersion plus ou moins réduite) et temps de travail réel des travailleurs à l'émissaire ;
- temps de transfert : les délais retenus dans la méthode générique entre le rejet, les différentes étapes de traitement des eaux et des boues, l'évacuation et l'épandage des boues, sont très courts. Il est possible de tenir compte de délais réalistes et donc plus longs, selon les caractéristiques des réseaux de collecte et des procédés de la STEP et de corriger en conséquence la décroissance radioactive des radionucléides.

- **Étude spécifique à un site par campagne de mesures**

Si toutes les étapes précédentes ne permettent pas d'exclure une dose pour un des postes supérieure à 1 mSv/an - cas devant cependant être très rare de l'avis des membres du groupe - il pourra alors être procédé à une campagne de mesures sur le terrain (au droit des réseaux d'assainissement et en station d'épuration) et particulièrement sur les espaces et postes de travail repérés, dans le cadre des études générique et semi-générique, comme étant particulièrement sensibles.

3.7 Application de la méthode à quelques cas

La méthode développée par l'IRSN a été appliquée au sein du groupe de travail pour cinq services de médecine nucléaire représentatifs de la diversité des situations en France.

Les sept radionucléides utilisés par ces services ont fait l'objet de l'étude : fluor-18, technétium-99 métastable, indium-111, iode-123, iode-131, samarium-153, thallium-201.

Pour chaque service, le modèle semi-générique été utilisé. Ont donc été pris en compte :

- les activités administrées ;
- le débit d'eaux usées de l'établissement ;
- le débit d'eaux usées traitées par la station d'épuration.

Le tableau 3 présente, pour chaque poste de travail, l'exposition annuelle calculée à partir des données propres à chaque établissement.

Service	Poste de travail					
	Travailleur émergé	Travailleur immergé	STEU eaux	STEU boues	Evacuation boues	Epannage
1	3.0 ^{E+01}	4.1 ^{E+01}	3.3 ^{E+01}	1.6 ^{E+02}	1.0 ^{E+02}	1.7 ^{E+02}
2	5.6 ^{E+01}	8.2 ^{E+01}	1.2 ^{E+00}	2.3 ^{E+02}	1.0 ^{E+02}	1.1 ^{E+02}
3	2.1 ^{E+02}	3.0 ^{E+02}	5.0 ^{E+01}	3.6 ^{E+01}	1.5 ^{E+01}	1.7 ^{E+01}
4	1.8 ^{E+02}	2.6 ^{E+02}	5.6 ^{E+01}	3.0 ^{E+01}	1.5 ^{E+01}	2.2 ^{E+01}
5	3.1 ^{E+01}	4.3 ^{E+01}	1.5 ^{E+00}	9.2 ^{E+01}	5.3 ^{E+01}	9.1 ^{E+01}

Tableau 3 : Estimation de l'impact à partir du modèle CIDDRE pour 5 établissements, exprimée en termes de dose efficace annuelle totale en $\mu\text{Sv/an}$

Les doses calculées à partir du modèle sont toutes inférieures à 1 mSv/an. Deux postes sont plus exposés, quel que soit le service : le travailleur en collecteur immergé et le travailleur dans la partie « traitement des boues » de la STEU.

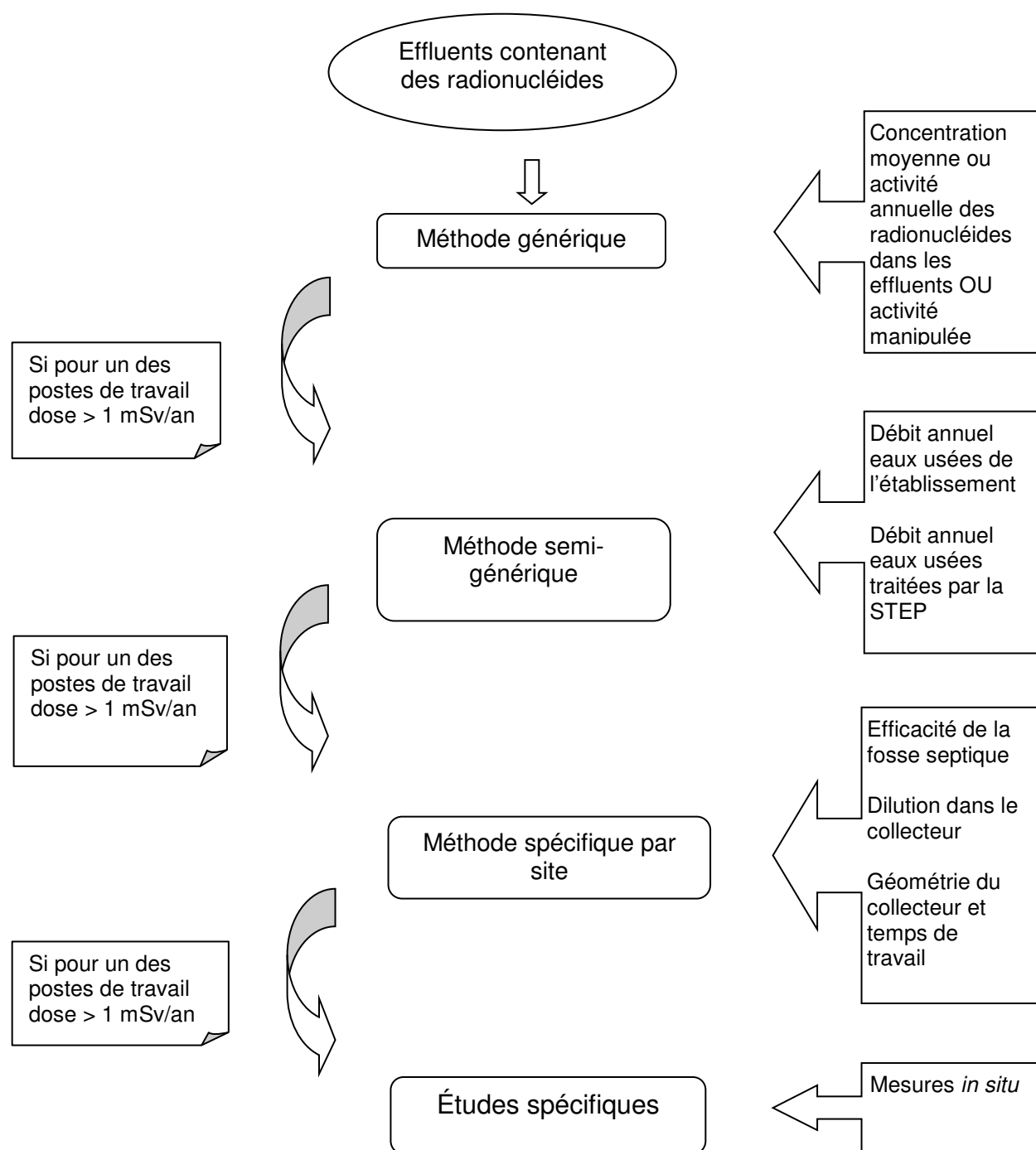
3.8 Impact sur l'environnement (espèces non humaines)

L'IRSN a, entre autres missions, la surveillance radiologique de l'environnement au niveau national, et notamment des milieux aquatiques. À l'échelle nationale, l'IRSN gère un réseau de balises de prélèvement et mesures en continu, Hydrotéléray, dans les principaux fleuves en aval des installations nucléaires. L'analyse radiologique des cours d'eau porte sur les mesures du rayonnement alpha global, du rayonnement bêta global et de l'activité en tritium. Ces trois paramètres sont les mêmes que pour la surveillance de l'eau destinée à la consommation humaine. On détecte également des traces de radioactivité dues aux retombées des essais nucléaires atmosphériques et à celles de l'accident de Tchernobyl, principalement du césium-137. Les rejets actuels de radionucléides ne contribuent que marginalement aux doses reçues par le public : tritium et carbone-14 pour les rejets autorisés des centrales nucléaires et iode-131 issu de la médecine nucléaire.

4. DISCUSSIONS DU GROUPE DE TRAVAIL

4.1 Le risque sanitaire pour les travailleurs de l'assainissement

Le groupe de travail a validé la démarche innovante proposée par l'IRSN, à savoir une approche graduée pour l'estimation de l'impact pour les travailleurs de réseaux et des stations de traitement des eaux usées. Les hypothèses utilisées par l'IRSN pour élaborer son modèle CIDDRE ont été validées par le groupe de travail car elles présentent une approche graduée partant d'hypothèses conservatives. Les premières étapes de la méthode ne nécessitent que peu de données et le modèle est dès lors très facilement utilisable.



Toutefois, les représentants des collectivités (autorité délivrant l'autorisation de rejet) et d'exploitants des réseaux d'assainissement ont, en cours de travaux, manifesté une inquiétude sur l'application de la méthode générique à deux catégories de travailleurs : les travailleurs procédant au curage des bassins gravitaires de décantation et les travailleurs opérant dans les réseaux pour des travaux autres que l'entretien de ces réseaux (par exemple pour la pose de fibre optique).

S'agissant des travailleurs procédant au curage des bassins gravitaires de décantation, plusieurs paramètres concourent à estimer que ces travailleurs sont moins exposés que les travailleurs émergés ou immergés partiellement et les travailleurs de la filière boues des STEP retenus dans la méthode :

- les bassins de curage sont en aval des réseaux et les eaux sont diluées par l'apport de plusieurs collecteurs ;
- pour les opérations de curage, le bassin n'est plus alimenté en eau et les radionucléides à vie courte ont le temps de disparaître (alors que, dans la méthode décrite ci-dessus, le collecteur est alimenté en permanence par le rejet radioactif) ;
- les sables et graves ne sont pas susceptibles d'être significativement contaminés du fait de leur granulométrie grossière ;
- les opérations durent moins longtemps que les deux mois retenus dans la méthode décrite ci-dessus.

S'agissant des travailleurs opérant dans les réseaux pour des travaux autres que l'entretien (par exemple pose de fibre optique dans les réseaux), la probabilité qu'ils stationnent plus de deux mois dans une partie du réseau à proximité de l'établissement procédant aux rejets est minime. Si de tels cas étaient identifiés, il conviendrait de corriger les résultats de la méthode générique par la fraction de temps de présence excédant deux mois. Ce sont alors les résultats établis par le modèle CIDRRE pour le travailleur émergé qu'il conviendrait vraisemblablement d'utiliser.

Une étude punctuelle dosimétrique, port de dosimètres passifs sur quelques mois ou pose de dosimètres d'ambiance, peut faire partie de mesures prises pour estimer l'exposition et le groupe de travail estime que ce type d'étude constitue une bonne pratique pour répondre aux éventuelles interrogations des personnels. Une telle étude peut avoir lieu dans le cadre de la dernière étape de l'approche graduée ou lorsque les premières étapes sont satisfaisantes mais que des inquiétudes demeurent.

Le groupe insiste sur plusieurs points :

- seuls les travailleurs volontaires doivent être inclus dans une étude impliquant le port d'un dosimètre et une information adéquate doit leur être dispensée ;
- un tel travail doit être encadré par des spécialistes de la radioprotection, les résultats (dosimètres d'ambiance ou individuels) doivent en effet être interprétés.

Il est à noter qu'une telle étude permet en outre d'évaluer l'impact de plusieurs établissements rejetant dans le réseau d'assainissement et l'impact des rejets dus aux traitements ambulatoires. Cependant, les dosimètres n'évaluent que les expositions externes (le modèle CIDDRE, par contre, prend en compte les expositions interne et externe).

4.2 Les mesures dans les rejets

Le groupe de travail juge nécessaire de découpler les démarches de contrôle des quantités rejetées, d'une part, et l'estimation de l'impact de ces rejets sur des postes bien identifiés en aval du rejet, d'autre part.

En effet, l'estimation de l'impact des rejets de radionucléides pourra se faire, en première approche, sur la base du modèle proposé par l'IRSN à partir d'hypothèses majorantes, voire à partir de données plus précises (voir *supra*). Ces données nécessaires seront fournies soit par le service de médecine nucléaire ou par le laboratoire en ce qui concerne les radionucléides utilisés et les quantités (c'est-à-dire ici plus précisément les « activités ») mises en jeu ou les dilutions dans le réseau interne de l'établissement, soit par la collectivité délivrant les autorisations de rejet, le ou les gestionnaires de l'assainissement pour ce qui concerne les dilutions et les temps de séjour après raccordement. Les discussions entre les membres du groupe de travail ont fait apparaître que la mesure des concentrations des radionucléides dans l'effluent de l'établissement de santé ou du laboratoire est faisable techniquement et est utile pour détecter des anomalies majeures (mauvais raccordement, fuite de cuves de rétention, dysfonctionnement des fosses septiques). Des mesures sur une semaine d'activité « standard » de l'établissement permettent d'obtenir une « image » représentative des rejets types d'un établissement donné. En revanche, vouloir estimer à partir de ces concentrations mesurées un risque pour les travailleurs en aval est hasardeux, compte-tenu du fait que ces mesures ne reflètent pas totalement les rejets effectifs (notamment les patients en ambulatoire) et que l'estimation d'une concentration moyenne à partir de concentrations très variables peut être entachée d'une incertitude importante.

Il est à souligner que l'utilisation des activités administrées comme données d'entrée pour les services de médecine nucléaire permet de prendre en compte dans CIDRRE l'impact des rejets dus aux soins en ambulatoire.

Les mesures des radionucléides présents dans les effluents effectuées au point de raccordement de l'établissement doivent permettre de vérifier que les branchements (par exemple évier et sanitaires chauds) et les éventuels systèmes de rétention mis en place (fosses septiques, cuves) sont correctement utilisés et en état de marche. En outre, les mesures des concentrations permettent également de vérifier, pour la collectivité en tant qu'autorité délivrant l'autorisation de déversement mais également pour le ou les gestionnaires du réseau en aval, que l'activité réelle d'un établissement correspond à ce qui avait été déclaré (par exemple les radionucléides utilisés). Les discussions du groupe de travail n'ont fait que renforcer l'idée que l'autorisation de déversement est l'aboutissement d'un dialogue entre un établissement émetteur de radionucléide, la collectivité et le(s) gestionnaire(s) de l'assainissement en aval. **L'autorisation de déversement doit faire au moins figurer les radionucléides utilisés dans l'établissement susceptibles d'être rejetés, voire les activités maximales susceptibles d'être administrées ou rejetées.**

Dans le même temps, les discussions ont également fait apparaître la difficulté pour fixer des valeurs guides ou limites (en concentration) pour un établissement donné à l'émissaire de l'établissement (Quel temps d'intégration ? Comment prendre en compte ou non les pics ?). Cette question renvoie à la représentativité des mesures effectuées. Il semble difficile, en l'état actuel des connaissances, que des valeurs en concentration puissent être obtenues par méthode calculatoire, en utilisant par exemple un modèle pré-établi. À l'issue des débats, **il semble opportun qu'une période transitoire (6 mois ou 1 an) soit inscrite dans le cadre d'une procédure d'autorisation de raccordement pour que des mesures régulières soit effectuées à l'émissaire de l'établissement (si tant est qu'une telle série de mesures n'existe pas déjà).** C'est à partir de ces mesures de terrain que des valeurs pourraient être fixées pour l'autorisation de déversement (la méthode restant à définir).

Devant le caractère innovant de cette démarche, **le groupe pense utile que l'Autorité de sûreté nucléaire et l'IRSN suivent, pendant par exemple une année, les campagnes de mesures mises en place par certains établissements en partenariat avec les gestionnaires de l'assainissement, afin d'en dresser un bilan.** Il s'agit de déterminer comment, après une série de mesures moyennées, une ou des valeurs pourraient être choisies pour servir de référence pour les indicateurs de gestion.

Sur l'aspect métrologique, l'estimation de l'activité volumique des effluents transitant au niveau d'un réseau donné peut être réalisée selon plusieurs méthodes.

- **Réalisation de prélèvements ponctuels et analyse en différé des échantillons prélevés**

Cette méthode permet de déterminer l'activité volumique d'un nombre discret de prélèvements ponctuels (un prélèvement par heure par exemple). Elle nécessite peu de moyens et peut être mise en œuvre aisément. L'analyse des échantillons prélevés peut être effectuée avec les moyens disponibles dans l'établissement, notamment dans le service de médecine nucléaire, ou peut être confiée à un laboratoire d'analyse spécialisé.

Comme indiqué plus haut, les rejets d'effluents présentant un marquage radiologique significatif sont essentiellement dus à l'élimination urinaire d'une partie des radioéléments administrés à des patients pour des actes de diagnostic ou de thérapie. Ces rejets diffus, et non prévisibles, sont à l'origine d'une grande inhomogénéité du marquage radiologique des effluents transitant dans les réseaux (voir graphiques ci-dessous).

Dans ces conditions, la réalisation d'un nombre limité de prélèvements ponctuels ne permet pas de garantir leur représentativité quant aux rejets effectifs. Ceci ne permet pas de déterminer une valeur moyenne de l'activité des effluents transitant dans un réseau, à partir de la moyenne des activités mesurées pour les prélèvements réalisés.

En ce qui concerne les analyses des échantillons prélevés, il y a lieu de tenir compte de la période des principaux radioéléments utilisés en médecine nucléaire (technétium-99 métastable : 6 heures, fluor-18 : 1,8 heures), notamment dans le cas où les analyses sont confiées à un laboratoire extérieur à l'établissement. Dans ce cas, il est nécessaire de limiter au maximum le délai entre le prélèvement et l'analyse, afin de garantir des limites de quantification raisonnables.

- **Réalisation d'un prélèvement en continu et analyse en différé de ou des échantillons obtenus**

Par rapport à la méthode décrite ci-dessus, cette méthode, qui met en œuvre un système de prélèvement en continu, idéalement asservi au débit, permet de garantir la représentativité de l'échantillon prélevé vis-à-vis des rejets effectifs. Elle nécessite de mettre en place, dans le réseau à contrôler, un système de prélèvement en continu. L'analyse du ou des échantillons prélevés, peut être réalisée de la même manière qu'au paragraphe précédent.

Comme dans le cas du prélèvement d'échantillons ponctuels, le ou les échantillons prélevés doivent être analysés très rapidement à l'issue du prélèvement, afin de garantir la moindre décroissance entre la fin du prélèvement et le début de l'analyse. La date de référence de l'échantillon conditionne néanmoins l'expression du résultat. En effet le résultat de l'analyse de l'échantillon prélevé peut être exprimé soit à une date fixe (au milieu du prélèvement par exemple), soit entre le début et la fin du prélèvement en faisant l'hypothèse d'une activité volumique constante pendant la période. Dans les deux cas, la méconnaissance des rejets peut conduire à une erreur sur l'activité volumique des effluents. De plus, pour les prélèvements réalisés sur des durées importantes par rapport à la période des radioéléments recherchés, les incertitudes sur les résultats sont importantes, compte tenu notamment de la décroissance des radioéléments dans l'échantillon moyen en cours de prélèvement.

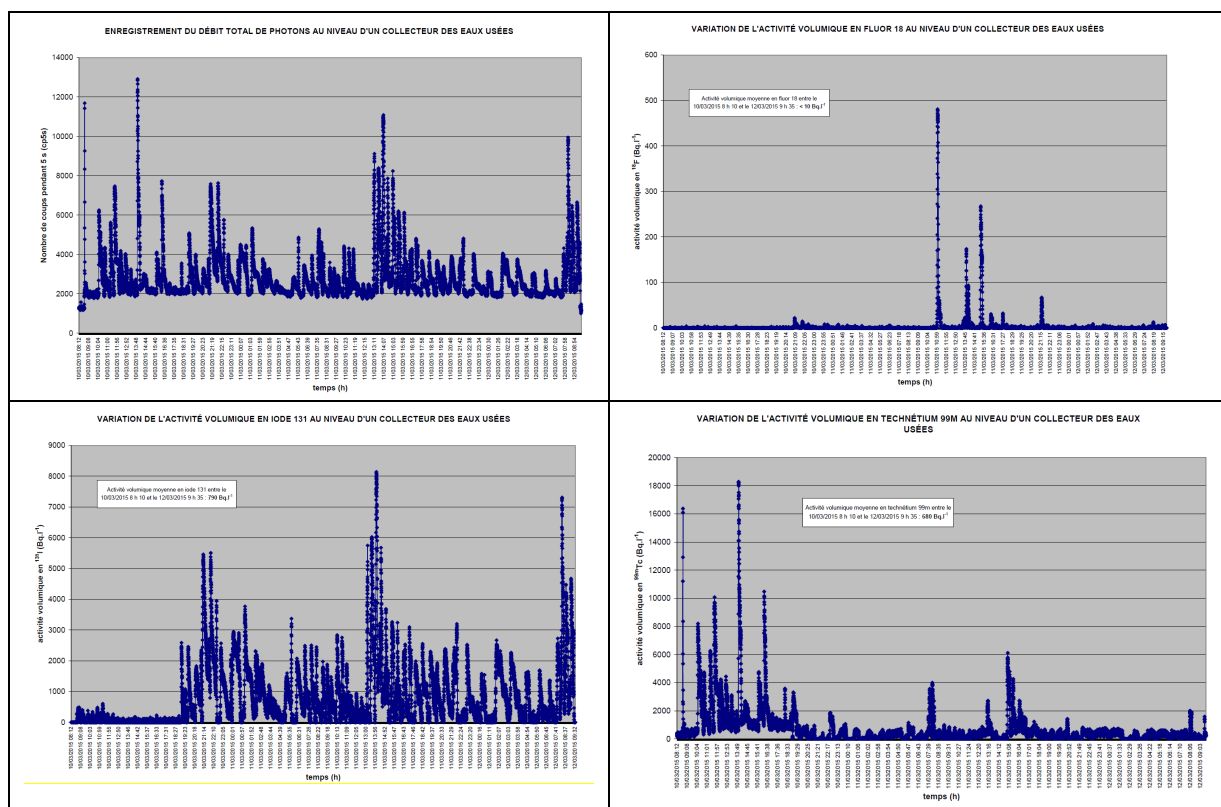
- **Réalisation d'une mesure en continu**

Afin de s'affranchir des problématiques précitées (questions liées à la représentativité des prélèvements réalisés dans le cas de prélèvements ponctuels et décroissance des radioéléments présents dans l'échantillon en cours de prélèvement, ainsi que l'expression du résultat d'analyse dans

le cas d'un prélèvement en continu), il est possible de réaliser un contrôle en continu de l'activité volumique des effluents au niveau d'un réseau.

Dans ce cas, un enregistrement permanent du rayonnement gamma émis par les effluents transitant par le collecteur concerné est effectué à l'aide d'un dispositif adapté (sonde à scintillation associée à un dispositif d'enregistrement permettant un enregistrement spectrométrique, selon une période d'intégration donnée, mis en place dans le réseau au niveau du point de contrôle). En complément, des prélèvements représentatifs des effluents en transit dans le collecteur concerné sont effectués. Pour chacun des prélèvements réalisés, la valeur de l'enregistrement en continu du flux de photons est relevée. Après analyse par spectrométrie gamma des radioéléments présents dans le prélèvement effectué (qui peut être réalisée *in situ*), une corrélation est réalisée entre l'activité volumique mesurée dans l'échantillon prélevé et le flux de photons enregistré au moment du prélèvement. Cette corrélation permet de connaître, à un instant donné, l'activité volumique des effluents transitant par le collecteur. L'activité volumique moyenne est la moyenne des activités volumiques à un instant donné durant la période de mesure.

Une vue des résultats obtenus sur 48 heures, tant pour l'activité totale que pour celle des radioéléments mis en évidence, est présentée dans les graphiques ci-dessous.



Outre le fait que cette méthode permet de s'affranchir des questions de représentativité des échantillons prélevés et de la décroissance des radioéléments à période courte, elle permet également d'assurer la représentativité des mesures effectuées sur des périodes longues (supérieures à 8 heures). Néanmoins, elle nécessite l'intervention d'un acteur extérieur, les établissements ne disposant pas, *a priori*, des moyens adaptés à sa mise en œuvre.

4.3 Les responsabilités des acteurs

Les établissements (établissements de santé ou laboratoires) doivent fournir à la collectivité et aux gestionnaires de réseaux et de station en aval toutes les données nécessaires pour que ceux-ci puissent appréhender et évaluer le respect des dispositions de l'autorisation de rejet, d'une part, et les risques engendrés pour leurs travailleurs, d'autre part : radionucléides utilisés, activités annuelles (administrées pour les services de médecine nucléaires ou manipulées pour les laboratoires) quantités utilisées, fréquence d'utilisation s'il y en a une. C'est bien alors à l'employeur, ici les personnes qui emploient les travailleurs des réseaux et des stations d'épuration, de prévenir les risques radiologiques pour les travailleurs.

Dans le cadre de l'autorisation d'exercice de l'activité nucléaire délivrée par l'ASN, le groupe de travail suggère que l'ASN demande au service de médecine nucléaire ou au laboratoire d'estimer l'impact potentiel de leurs rejets pour les postes de travail retenus dans la méthode IRSN et détaille les données utilisées. Le plan de gestion des déchets et effluents qui est présenté lors de cette demande d'autorisation devra donc faire apparaître :

- la description précise de l'activité administrée ou de l'activité manipulée sur une période annuelle (liste des radionucléides, activités utilisées...) ;
- les paramètres de mélange des effluents propres à l'établissement et son réseau de collecte ;
- pour les laboratoires et autres petits utilisateurs hors services de médecine nucléaire, les rejets prévus en radionucléides (nature, activités annuelles mises en œuvre, voire fréquence d'utilisation s'il y en a une) et les indicateurs de gestion ;
- l'ensemble des données permettant l'estimation de l'impact dosimétrique sur des postes identifiés retenus dans la méthode IRSN en aval et l'approche utilisée pour cette estimation ;
- le dispositif de surveillance envisagé, accompagné du plan des réseaux d'eaux usées à l'intérieur de l'établissement, précisant le ou les points de rejets dans le réseau des eaux usées urbaines.

Les calculs des doses engendrées pour des postes retenus en aval pourront se faire selon la méthodologie développée par l'IRSN et recommandée par le groupe de travail. Dans cette optique, il serait opportun qu'un outil simple d'utilisation soit élaboré pour appliquer cette méthode et qu'il soit accompagné d'explications et d'éléments de langage pour une utilisation aisée par les services de médecine nucléaire, les laboratoires, les services de l'assainissement ou encore les services de l'ASN. Cet outil pourrait être mis utilement en ligne gratuitement sur Internet. Un guide de bonnes pratiques pourrait être également un outil utile pour les services d'assainissement.

L'ASN et la collectivité qui assure le service d'assainissement (autorité compétente sur les réseaux) instruisent de manière parallèle et indépendante les demandes d'autorisation. La collectivité transmet ou fixe les termes de cette autorisation avec les gestionnaires des réseaux et de stations de traitement des eaux usées responsables de leurs travailleurs.

Lorsque plusieurs établissements de santé ou laboratoires sont raccordés sur un même réseau d'assainissement, la collectivité et les gestionnaires doivent considérer les conséquences du cumul de ces installations utilisant des radionucléides sur l'exposition de leurs personnels. La bonne communication entre les parties prenantes est d'autant plus importante. Dans cette démarche de dialogue, le groupe de travail suggère que l'ASN aide les gestionnaires à lister les établissements autorisés à utiliser des sources non scellées sur leur bassin versant et leur communique les données à sa disposition afin de permettre une évaluation des cumuls à considérer pour l'étude de l'exposition. Cette démarche s'applique également pour l'instruction des demandes d'autorisation de rejet d'un

nouvel établissement ou laboratoire sur un réseau d'assainissement où sont déjà raccordées des activités autorisées à utiliser des sources non scellées.

Le risque radiologique doit être pris en compte par les gestionnaires de réseaux d'assainissement et stations de traitement des eaux usées dans le document unique et, le cas échéant, dans les plans de prévention, au même titre que les risques chimiques ou microbiologiques. Cela relève de la responsabilité de l'employeur.

Le risque radiologique doit être identifié pour chaque groupe homogène de travailleurs de l'assainissement (différents postes de travailleurs intervenant dans les réseaux ou de travailleurs en station de traitement des eaux usées). Le risque doit être estimé afin de définir les actions de prévention à prendre pour faire face à ce niveau de risque, si nécessaire. Une fois le risque identifié, une formation/information adaptée au risque doit être organisée pour les travailleurs.

Les gestionnaires de réseaux et de stations doivent s'assurer que toutes les sources rejetant des radionucléides dans le réseau d'eaux usées sont prises en compte. Il est rappelé que l'employeur a l'entière maîtrise des méthodes. L'outil de modélisation proposé par l'IRSN permet de cumuler des doses provenant de plusieurs sources pour un poste identifié. Selon la configuration du réseau, il pourra être intéressant d'identifier des zones éventuelles de cumul de plusieurs sources. Cependant, pour de très grands réseaux d'assainissement, avec de multiples sources, il pourra être plus réaliste de calculer les doses reçues par les travailleurs à partir des activités mesurées.

Il appartient au propriétaire des réseaux et des ouvrages annexes rattachés (bassins d'orage, déversoirs, stations de pompage, etc.) ou de la station de traitement des eaux usées de prendre en compte le risque radiologique dans le cadre de l'évaluation des risques et dans les plans de prévention éventuels qui sont élaborés avec les entreprises extérieures intervenant dans ces locaux. Les calculs de dose pourront se faire de manière analogue au modèle élaboré dans le cadre de l'expertise de l'IRSN, mais avec des temps d'exposition ajustés.

RECOMMANDATIONS DU GROUPE DE TRAVAIL

L'article L. 1331-10 du code de la santé publique prévoit que « *tout déversement d'eaux usées autres que domestiques dans le réseau public de collecte doit être préalablement autorisé par le maire ou, lorsque la compétence en matière de collecte à l'endroit du déversement a été transférée à un établissement public de coopération intercommunale ou à un syndicat mixte, par le président de l'établissement public ou du syndicat mixte, après avis délivré par la personne publique en charge du transport et de l'épuration des eaux usées ainsi que du traitement des boues en aval, si cette collectivité est différente.* » Une absence de réponse dans un délai de quatre mois vaut rejet de la demande d'autorisation.

En complément, en application des articles R. 1333-16 et R. 1333-123 du code de la santé publique le « projet de rejet d'effluents » doit être joint au dossier de demande d'autorisation. La décision ASN n° 2008-DC-0095 du 29 janvier 2008 fixant les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides, ou susceptibles de l'être du fait d'une activité nucléaire, impose que les conditions de rejets soient fixées par l'autorisation prévue au L. 1331-10. Elle impose aussi aux établissements une obligation de produire un plan de gestion des effluents et des déchets radioactifs.

À la suite de plusieurs événements significatifs de radioprotection signalés à l'ASN, notamment à l'occasion de fuites de canalisations contaminées, l'ASN a transmis à tous les services de médecine nucléaire une lettre circulaire, datée du 17 avril 2012¹⁰, rappelant les bonnes pratiques à mettre en œuvre afin d'éviter la dispersion de radionucléides dans l'environnement.

Compte-tenu des modalités de gestion actuelle des effluents en situation normale, hors situation accidentelle, mises en place par les services de médecine nucléaire et les laboratoires de recherche qui sont autorisés, au titre du code de la santé publique, à détenir et utiliser des radionucléides sous forme de sources non scellées, et considérant ce qui suit :

- l'utilisation de radionucléides en médecine ou en laboratoire est inhérente à la technique et les activités sont justifiées par les avantages qu'elles procurent sur le plan individuel ou collectif, notamment en matière sanitaire, sociale, économique ou scientifique, rapportés aux risques inhérents à l'exposition aux rayonnements ionisants auxquels elles sont susceptibles de soumettre les personnes ;
- l'encadrement actuel des rejets est basé, d'une part, sur une autorisation de détention et d'utilisation de radionucléides en sources non scellées délivrée par l'ASN et, d'autre part, sur une autorisation de déversement d'eaux usées non domestiques dans les réseaux d'assainissement collectifs délivrée par la collectivité compétente pour les réseaux ;
- l'autorisation de déversement relève de l'autorité compétente des réseaux d'assainissement, laquelle peut être distincte, d'une part, de l'autorité maître d'ouvrage de la station d'épuration et, d'autre part, de l'exploitant des réseaux (dénommé gestionnaire des réseaux) et de l'exploitant de la station d'épuration (dénommé gestionnaire de la station d'épuration). En outre, ces exploitants peuvent être des personnes morales de droit public ou privé distinctes ;

¹⁰ ASN-DIS. Lettre-circulaire du 17 avril 2012, relative au retour d'expérience sur les fuites de canalisations d'effluents contaminés en médecine nucléaire. <http://professionnels.asn.fr/Activites-medicales/Medecine-nucleaire/Lettres-circulaires-en-medecine-nucleaire>

- une partie de l'activité est rejetée de manière diffuse dans les réseaux d'eaux usées par les patients traités en ambulatoire et n'est donc pas prise en compte dans le cadre de ces autorisations de déversement délivrées aux établissements. Il convient de prendre en compte également l'impact de ces rejets diffus ;

- les résultats de l'application à cinq établissements de la méthode de l'IRSN et des études déjà menées en France, toutes réalisées avec des hypothèses majorantes, concluent à des situations d'exposition inférieures, voire très inférieures, à la valeur limite d'exposition pour le public (soit 1 mSv par an),

le groupe de travail formule les recommandations suivantes :

Recommandation 1

Le groupe de travail estime que les deux autorisations (ASN et déversement) permettent un encadrement satisfaisant des déversements dans les réseaux et qu'il **n'y pas lieu de faire évoluer le cadre réglementaire général actuel.**

Recommandation 2

Ce premier constat doit être cependant nuancé du fait de l'absence de prise en compte, à l'heure actuelle, des rejets diffus, c'est-à-dire engendrés par les traitements en ambulatoire.

En outre, il apparaît que le corpus réglementaire peut être difficile à appréhender globalement par les professionnels, dès lors qu'il est appliqué partiellement ou de manière peu pertinente. La collectivité compétente des réseaux, d'une part, et les gestionnaires de l'assainissement, d'autre part, se trouvent confrontés à une double responsabilité : la première est d'établir des autorisations de déversement délivrées au titre du code de la santé publique (et suivre le respect par l'établissement raccordé des prescriptions qui y sont mentionnées) et la seconde est de gérer les risques résultant de l'exposition de leurs travailleurs aux rayonnements ionisants exigée au titre du code du travail. Le groupe préconise donc un accompagnement (information des acteurs, guides, méthodes....) permettant une véritable appropriation de la réglementation, ainsi qu'une meilleure communication entre les établissements où sont utilisées les sources, l'ASN, les collectivités compétentes et les gestionnaires de réseaux et de stations de traitement.

Le groupe préconise donc un accompagnement (information des acteurs, guides, méthodes....) permettant une véritable appropriation de la réglementation, ainsi qu'une meilleure communication entre les établissements où sont utilisées les sources, l'ASN et les gestionnaires de réseaux et de stations de traitement.

Recommandations pour l'estimation de l'impact des rejets à partir du terme source

Recommandation 3

Dans le cadre de l'autorisation délivrée par l'ASN, le travail mené par les services de médecine nucléaire ou les laboratoires pour estimer l'impact de leurs pratiques sur la base de la nature et des quantités de radionucléides doit être retranscrit dans le plan de gestion des effluents et des déchets contaminés ou susceptibles de l'être de l'établissement (décision n° 2008-DC-0095 du 29 juillet 2008 de l'ASN).

Ce plan de gestion doit servir de base au dialogue avec les collectivités.

Recommandation 4

Une estimation sur des postes de travail **théoriques**, effectuée par le service de médecine nucléaire, à partir des éléments fournis par l'établissement de santé, pourra être réalisée sur la base des activités administrées par le service de médecine nucléaire (données annuelles) et des paramètres de mélange des effluents propres à l'établissement (notamment le débit annuel des eaux usées de l'établissement) ou au réseau de collecte, à partir des hypothèses d'exposition des travailleurs de l'assainissement retenues dans la méthode semi-générique de l'IRSN. Si une autre méthode est utilisée ou si d'autres hypothèses d'exposition sont employées, les hypothèses et calculs doivent être dûment justifiés.

Cette première estimation peut permettre à un service de médecine nucléaire d'avoir une réflexion sur ses pratiques, mais aussi de permettre un meilleur dialogue avec les services de l'assainissement en s'assurant que toutes les données nécessaires pour procéder à une évaluation des doses pour des postes identifiés ont bien été recensées par le service de médecine nucléaire.

Recommandations relatives à l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants

Recommandation 5

Pour l'évaluation des risques prévue par le code du travail, **le groupe de travail préconise une approche graduée pour l'évaluation des risques radiologiques pour les travailleurs en aval** de l'émissaire qui reçoit les effluents en provenance des services ou laboratoires où sont utilisées les sources non scellées.

Pour estimer l'impact des rejets au niveau de postes identifiés pour des travailleurs intervenant dans les réseaux et les stations de traitement des eaux usées, toutes les données utiles doivent être transmises, par l'établissement raccordé (ou qui demande son raccordement) où sont exercées les activités de médecine nucléaire ou d'analyse, à la collectivité ayant délivré (ou instruisant) l'autorisation de rejet et au(x) gestionnaire(s) en aval.

Il est rappelé qu'il est du rôle de l'employeur de procéder à l'évaluation du risque pour ses agents. Conformément au code du travail, celui-ci ou ceux-ci (exploitants du réseau public et exploitants des ouvrages de traitement des eaux usées et des boues de station) doivent donc se les approprier et les intégrer dans une approche multirisque qui relève de leur responsabilité. **Les calculs de dose, si nécessaire, doivent ainsi dans tous les cas être effectués sous la responsabilité de l'employeur.** Les services de médecine nucléaire ont à charge de fournir toutes les données nécessaires pour estimer le terme source et peuvent offrir un premier éclairage à titre informatif en calculant des estimations de dose sur des postes-types théoriques.

L'outil développé par l'IRSN (CIDDRE) – ou toute autre méthode dûment justifiée - peut être utilisé par l'employeur et de façon homogène entre les différents interlocuteurs.

Nota : les cas d'exposition plus particuliers, seuls connus de l'employeur, ne peuvent être traités dans ce cadre.

Pour les laboratoires de recherche, *a fortiori* pour les plus petits établissements, le terme source sera estimé sur la base de l'activité manipulée annuellement et des caractéristiques des procédés mis en œuvre. Pour une première étape de l'approche graduée, il pourra être retenu un rejet annuel égal à l'activité annuelle manipulée. Le résultat sera donc très surestimé, mais ne nécessitera en revanche aucune donnée à fournir par le laboratoire ou le(s) gestionnaire(s) de réseau dans le cadre de leurs obligations au titre du code du travail.

Lorsque cette première estimation est égale ou supérieure à la valeur de 1 mSv/an pour certains postes de travail, elle doit être affinée en prenant des hypothèses d'exposition plus réalistes (dilution dans les réseaux par exemple, exclure les activités collectées et éliminées par l'ANDRA...).

Si, malgré cette estimation réaliste, les doses calculées sont égales ou supérieures à 1 mSv/an, les gestionnaires de l'assainissement sont légitimes à demander qu'une étude approfondie comportant, en tant que de besoin, des mesures sur le terrain soit menée par une équipe compétente. Cette étude peut être imposée dans l'arrêté d'autorisation de rejet par l'autorité compétente des réseaux (ou par arrêté complémentaire si une telle mention est prévue dans l'arrêté initial). Dans ce cas, elle sera à la charge de l'établissement de santé ou du laboratoire et se traduit par des mesures en sortie d'établissement. En outre, l'autorité délivrant l'autorisation peut compléter ces mesures sur le réseau d'assainissement et la station de traitement des eaux usées. Il est à noter qu'à la lumière de l'expertise menée par l'IRSN et des mesures sur le terrain dont disposent les membres du groupe de travail, ce dernier cas de figure reste peu probable.

Les estimations de dose pour des postes identifiés doivent prendre en compte les rejets cumulés, dont les rejets en ambulatoires. Le modèle proposé par l'IRSN permet ce cumul (rejets en ambulatoires dans et hors établissement). Toute autre méthode employée doit le prévoir.

Recommandation 6

Le groupe de travail souhaite que la méthode de calcul proposée par l'IRSN et la possibilité de la décliner de manière spécifique sur un site particulier se traduise *in fine* par la **production d'un outil facile d'utilisation et d'accès aisé** pour des personnes travaillant dans un service de médecine nucléaire, afin d'évaluer l'impact de leurs effluents, ou pour celles travaillant dans le domaine de l'assainissement et du traitement des eaux usées.

Recommandations pour une surveillance des rejets à l'émissaire

Le groupe de travail souligne que la maîtrise des rejets à la source, par la mise en place des meilleurs techniques disponibles, reste la règle et qu'à ce titre le bon dimensionnement des cuves éventuelles, leur entretien, comme celui des fosses septiques, du réseau de canalisation en amont, est la garantie d'un risque moindre pour les travailleurs, la population et l'environnement en aval (lettre circulaire de l'ASN du 17 avril 2012).

Recommandation 7

Une surveillance des effluents doit être réalisée afin de vérifier le bon état des installations (raccordement et bon fonctionnement des cuves éventuelles), de détecter des anomalies dans le fonctionnement de l'installation et, lorsque cela est pertinent, de vérifier le respect de certains engagements pris dans le cadre d'une autorisation de déversement.

Le groupe de travail juge que la surveillance des concentrations en radionucléides des effluents à l'émissaire n'est pas un outil pertinent pour déduire directement l'exposition des travailleurs en aval de l'émissaire, compte tenu des connaissances actuelles, notamment en métrologie, mais surtout du fait de l'absence de prise en compte des rejets en ambulatoire.

Cette surveillance métrologique – notamment si elle est conduite sur une durée significative - peut toutefois contribuer à vérifier que la méthode calculatoire (utilisation de l'outil CIDRRE) ne sous-estime pas les concentrations prévisibles en sortie d'établissement.

Le groupe de travail propose donc des recommandations distinctes qui concernent, d'une part, la surveillance des effluents et, d'autres part, l'évaluation des risques pour des postes identifiés.

Recommandation 8

Il peut être utile que des niveaux guides « contractuels » ou « de gestion » soient établis dans l'autorisation de déversement. Ces niveaux guides sont des niveaux de gestion qui, en cas de dérive des résultats de mesure, doivent mener à une investigation et correction le cas échéant. En l'absence d'outil méthodologique disponible pour établir de tels niveaux, il semble opportun qu'une période transitoire (6 mois à 1 an) soit inscrite dans le cadre de l'autorisation de déversement afin que des mesures soit effectuées sur le terrain, dans l'émissaire de l'établissement, de manière régulière. C'est à partir de ces mesures de terrain que des valeurs pourraient être fixées pour l'autorisation de déversement. Enfin, il est rappelé que les niveaux-guides pour les établissements de santé figurant dans l'ancienne circulaire du 9 juillet 2001 de la DGS relative à la gestion des effluents d'activités de soins contaminés par des radionucléides **ne doivent plus être utilisés de manière systématique.**

Le groupe précise que les indicateurs en sortie d'établissement (hôpital ou laboratoire) - quelle que soit la méthode d'élaboration choisie - **ne doivent pas être considérés comme des valeurs limites,** notamment dans le cadre des autorisations de déversement. Il s'agit d'indicateurs permettant de contrôler la bonne gestion des effluents en amont et de détecter des anomalies dans le fonctionnement de l'installation.

Recommandation 9

Devant le caractère innovant de cette démarche, le groupe pense utile que **l'Autorité de sûreté nucléaire, avec l'appui de l'IRSN, suive pendant par exemple une année les résultats des campagnes de mesures mises en place par certains établissements,** en partenariat avec les gestionnaires de l'assainissement, afin d'en dresser un bilan. Ce retour d'expériences pourra conduire à améliorer l'outil CIDRRE.

Recommandation 10

Le groupe de travail confirme que la surveillance des rejets - comme prévue dans la décision de l'ASN n° 2008-DC-0095 du 29 juillet 2008 - doit se faire au(x) point(s) de jonction pertinents entre le réseau de l'établissement et celui du réseau d'assainissement public. Ce(s) point(s) de mesure permet(tent) en outre de prendre en compte des rejets potentiellement radioactifs provenant d'autres services ou laboratoires présents au sein de l'établissement.

Dans le cadre de l'autorisation de déversement, s'il existe plusieurs points de déversement dans le domaine public, une description précise du réseau de l'établissement devra être faite, en précisant les

débâts (via les consommations d'eau). Les points de surveillance les plus pertinents seront retenus pour une surveillance, compte tenu de l'emplacement du service de médecine nucléaire, de l'émissaire du service de plus forte hospitalisation des patients ayant eu un examen dans le service de médecine nucléaire...). La surveillance pourra être effectuée alternativement sur les différents points de mesure.

Le groupe recommande une surveillance basée sur certains radionucléides rejetés, dont le choix soit justifié en fonction du terme source (quantités rejetées, périodes, utilisation habituelle).

Le groupe de travail estime que la surveillance des rejets doit se faire – comme c'est très souvent le cas actuellement – via une autosurveillance, doublée d'un contrôle externe par un laboratoire pour fiabiliser les résultats. **Le but du dispositif de surveillance est d'évaluer la concentration moyenne rejetée lors de l'activité représentative du service ou du laboratoire (protocole adapté en fonction de l'établissement) et de vérifier la bonne gestion des effluents.** Des mesures en continu à l'année n'ont qu'un intérêt limité dans ce cadre.

Pour le cas des établissements de santé, la surveillance doit être représentative de l'activité du service de médecine nucléaire. Dans la phase transitoire pour construire des niveaux-guides, il est demandé de faire des mesures sur cinq jours de suite par prélèvements continus sur 8 heures moyennés. Les prélèvements doivent être proportionnels au débit. Ces mesures sont à réaliser soit avec un système de prélèvement en continu, soit avec des mesures d'activité en continu. Dans le cas d'un prélèvement en continu avec analyse en différé, il est indispensable de tenir compte des limitations dues à la courte période des radioéléments recherchés. Le contrôle en continu de l'activité volumique des effluents au niveau d'un réseau permet de s'affranchir de ces limitations.

Une attention particulière sera portée aux radionucléides de période courte, pour que l'analyse soit effectuée rapidement ou pour qu'une mesure en continu soit mise en place. Ces aspects métrologiques pourront être revus à la lumière de la période transitoire.

Au-delà de ces préconisations spécifiques aux services de médecine nucléaire, le groupe de travail souhaite préserver la souplesse actuelle dans le choix des méthodes de surveillance, que ce soit pour les établissements de santé ou les laboratoires. **Le groupe ne recommande pas, par exemple, de fréquence de surveillance** ; elle reste à définir au cas par cas en fonction des spécificités du site. Néanmoins, le groupe de travail estime **qu'une fréquence annuelle ou semestrielle est suffisante dans la majorité des situations rencontrées.** Un changement de pratique conduira à augmenter la fréquence de la surveillance ; au contraire, si la qualité de l'autosurveillance présentée par l'établissement le permet, un assouplissement peut être envisagé si les rejets sont constants.

Dans le cadre d'une phase d'expérimentation pour construire des niveaux-guides, et en l'absence de registres de mesures historiques pertinentes, une analyse trimestrielle sera demandée.

Enfin, cette (auto) surveillance prévue dans le cadre d'une autorisation de déversement peut, en tant que de besoin, être complétée par des contrôles effectués par les gestionnaires du système d'assainissement de manière inopinée et à leurs frais.

Recommandation 11

Le plan de gestion des déchets et effluents présenté lors de la demande d'autorisation délivrée par l'ASN doit comporter :

- la description précise de l'activité administrée ou de l'activité manipulée sur une période annuelle (liste des radionucléides, activités utilisées...) ;
- les paramètres de mélange des effluents propres à l'établissement (au moins le débit annuel des eaux usées de l'établissement exprimé) ;
- les rejets prévus en radionucléides (nature, quantité, voire fréquence d'utilisation) ;
- l'ensemble des données permettant l'estimation de l'impact dosimétrique sur des postes en aval et l'approche utilisée pour cette estimation ;
- un calcul de première estimation avec le modèle de l'IRSN ou un autre modèle ;
- le dispositif de surveillance envisagé, accompagné du plan des réseaux d'eaux usées à l'intérieur de l'établissement précisant le ou les points de rejets dans le réseau des eaux usées urbaines.

Aussi, le guide technique de l'ASN n° 18 du 26 janvier 2012 « Élimination des effluents et des déchets contaminés par des radionucléides produits dans les installations autorisées au titre du Code de la santé publique », devra être complété, notamment pour ce qui concerne le contenu du plan de gestion. À cette occasion, l'ASN réalisera une évaluation transversale des plans de gestion existants pour identifier les bonnes pratiques et les difficultés potentielles (notamment en ce qui concerne l'obtention des données de mélange des effluents).

Recommandation 12

Conformément aux missions de l'expert qualifié en radioprotection déclinées à l'article 82 de la directive 2013/59/Euratom du 5 décembre 2013, le groupe de travail pense nécessaire d'impliquer sur ces missions de surveillance de rejets les conseillers en radioprotection des services de médecine nucléaire ou des laboratoires.

Recommandation 13

Le groupe de travail recommande que les données de surveillance soient analysées chaque année par l'établissement émetteur et les gestionnaires en aval.

L'autorisation de déversement doit spécifier qu'en cas de dépassement des valeurs guides de l'établissement, ce dernier doit en informer immédiatement le gestionnaire de réseaux. Sans délai, l'établissement doit engager des investigations pour identifier l'origine de ce dépassement.

En cas de déversement accidentel ou exceptionnel planifié, le contact doit être établi sans délai entre l'établissement et le gestionnaire.

Recommandations pour le dialogue avec les parties prenantes

Recommandation 14

Les préconisations déclinées ci-avant par le groupe de travail nécessitent un partage d'informations et une déclinaison pratique des responsabilités entre le service de médecine nucléaire (public ou libéral) ou le laboratoire et l'établissement au sein duquel il se trouve. **S'il est du ressort du service de médecine nucléaire ou du laboratoire de définir le terme source et l'impact de ses effluents en aval, il appartient à l'établissement (personne morale) qui sollicite l'autorisation de déversement de s'assurer que ses prescriptions sont pertinentes et, par la suite, sont bien respectées.**

Le groupe de travail juge utile des échanges entre les services de l'ASN et les gestionnaires de l'assainissement. Par exemple, il est nécessaire que ces gestionnaires puissent avoir une connaissance exhaustive des établissements émetteurs de radionucléides sur un bassin versant donné, et recevoir de l'ASN des informations sur les types de rejets (radionucléides à considérer) pour la globalité des activités exercées, afin d'évaluer les impacts de rejets cumulés. À cet effet, un document d'information explicitant les deux autorisations (ASN et collectivité compétente en assainissement) et leur articulation, destinée aux services concernés, serait un instrument utile pour amorcer cette culture partagée.

Recommandation pour l'évaluation du risque pour la population

Recommandation 15

L'impact sur la population *via* l'environnement (épandage de boues, réutilisation des eaux usées, rejets dans le milieu naturel) n'a pas été traité dans le cadre de l'expertise de l'IRSN mais devrait faire l'objet d'un examen ultérieur. Ce travail complémentaire permettra de juger notamment de la pertinence d'une surveillance des concentrations en radionucléides des rejets des stations au milieu aquatique et des boues. Des études ponctuelles ont déjà été réalisées sur le sujet et pourront nourrir la réflexion.

GLOSSAIRE

ACRO : Association pour le contrôle de la radioactivité

ASN : Autorité de sûreté nucléaire

CNPMN : Conseil national professionnel de médecine nucléaire

CUS : Communauté urbaine de Strasbourg

DGAL : Direction générale de l'alimentation

DGS : Direction générale de la santé

DGT : Direction générale du travail

FNCCR : Fédération nationale des collectivités concédantes et régies

IRSN : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

SFMN : Société française de médecine nucléaire

SIAAP : Service public de l'assainissement francilien

UNICAEN : Université de Caen Normandie

COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL

AUBERT	Bernard	IRSN
BARBEY	Pierre	UNICAEN
BONARDEL	Gérard	SFMN
BOUDET	Julien	ASN-Nantes
CAAMANO	Delphine	DGS
CELIER	David	IRSN
CHARTIER	Michel	IRSN
DAMIENS	Alexandre	ASN-DTS
DENIZOT	Benoît	SFMN
DIANA	Jean-Jacques	ASN-DEU
DIVRY	Guillaume	SFMN
DOUARD	Anne-Sophie	Nantes Métropole
FAYARD	Nadège	ASN-DIS
FRANQUES	Nathalie	DGS
GODET	Jean-Luc	ASN-DIS
GRAN-AYMERICH	Laure	DGS
GUILLAUD	Pascal	ASN-Nantes
GUPTA	Séverine	ASN-Paris
JAUNET	Pierrick	ASN-DIS
JEGOUZO	Anne	ASN-DIS
HELLIOT	Nolwenn	SIAAP
KIFFEL	Thierry	ASN-DIS
KOCH	Isabelle	ASN-DTS
LAHAYE	Thierry	DGT
LAVERGNAS	Laurent	Algade
LAYE	Frédéric	ASN-DRC
LEMAIRE	Bernard	CNPMN
MATHIEU	Peggy	DGT
MIGEON	Aurélie	ACRO
MUNDLER	Olivier	SFMN
NEVEU	Pascale	Mairie de Paris
PHILIPPE	Renaud	CUS
REY	Vérane	DGAL-DEB
ROUSSE	Carole	ASN-DIS
RUEL	Delphine	ASN-Paris
SEMBLAT	Laure	FNCCR
TCHILIAN	Nathalie	ASN-DIS
THOMASSIN	Alain	IRSN
TONNERRE	Florence	SIAAP
VUILLEZ	Jean-Philippe	SFMN
YADANI	Fatima	SIAAP



Le présent document est consultable
sur le site internet de l'ASN :

www.asn.fr