
**Radioprotection — Contrôle et
dosimétrie interne des éléments
spécifiques —**

**Partie 2:
Ingestion de composés d'uranium**

iTeh STANDARD PREVIEW
*Radiological protection — Monitoring and internal dosimetry for
specific materials —
(standards.iteh.ai)
Part 2: Ingestion of uranium compounds*

ISO 16638-2:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c2e4428-09b4-47e4-b0a7-974542ddf8a0/iso-16638-2-2019>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16638-2:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c2e4428-09b4-47e4-b0a7-974542ddf8a0/iso-16638-2-2019>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Termes et définitions	2
4 Symboles et abréviations	5
4.1 Symboles	5
4.2 Abréviations	5
5 Objectif et nécessité des programmes de surveillance	5
6 Aspects généraux	7
7 Programmes de surveillance spéciale	8
8 Programmes de surveillance de chantier pour une surveillance individuelle	9
9 Valeurs de référence comme critères de performance pour les laboratoires	9
10 Assurance et contrôle de la qualité dans les laboratoires d'analyses médicales	10
11 Procédure d'évaluation des expositions	10
11.1 Évaluation des données de la surveillance individuelle	10
11.2 Propriétés d'un outil logiciel	11
11.3 Incertitudes	12
11.4 Assurance de la qualité du processus d'estimation	12
12 Transmission des résultats et documentation	13
12.1 Transmission des résultats relatifs aux mesurages in vitro	13
12.2 Documentation de l'estimation dosimétrique	13
Annexe A (informative) Données nucléaires des isotopes U-238 et U-235	15
Annexe B (informative) Classification par défaut des composés de l'uranium	16
Annexe C (informative) Techniques de mesurage de l'uranium en cas d'ingestion	17
Annexe D (informative) Taux d'excrétion pour l'ingestion de composés d'uranium	20
Annexe E (informative) Dose efficace engagée par unité d'incorporation après ingestion de composés d'uranium	22
Annexe F (informative) Estimation des incertitudes pour les estimations dosimétriques internes après ingestion	23
Bibliographie	26

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire, technologies nucléaires, et radioprotection*, sous-comité SC 2, *Radioprotection*.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 16638 se trouve sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Introduction

Dans le cadre de leurs activités professionnelles, les travailleurs peuvent être exposés à des produits radioactifs qui, dans certaines circonstances, peuvent être incorporés. La protection des travailleurs contre les risques d'incorporation des radionucléides nécessite une surveillance des incorporations potentielles et/ou la quantification des incorporations et des expositions réelles. L'exposition au rayonnement interne due à la contamination de substances radioactives entraîne des doses qui ne peuvent pas être mesurées directement. Il convient de prendre des décisions concernant les méthodes, les techniques, les fréquences, etc. à déterminer pour mesurer et estimer ces doses. Les critères permettant d'élaborer un programme de surveillance, c'est-à-dire ses exigences, les méthodes employées et le calendrier appliqué, dépendent en général de la législation, de l'objectif du programme global de radioprotection, de l'exposition potentielle aux rayonnements ionisants et des caractéristiques nucléaires des produits manipulés.

Ainsi, quatre Normes internationales traitant des programmes de surveillance (ISO 20553), des exigences de laboratoires (ISO 28218), des estimations dosimétriques (ISO 27048) et des cas spéciaux d'inhalation de composés d'uranium (ISO 16638-1) ont été élaborées afin de pouvoir être directement appliquées à de nombreux radionucléides à des fins d'accréditation.

Le présent document a été élaboré pour traiter du domaine spécifique du contrôle et de la dosimétrie interne associés à l'ingestion de composés d'uranium. Il contribue à l'harmonisation des pratiques de contrôle des personnes exposées dans le cadre de leur travail, tout en restant complémentaire de l'ISO 16638-1. Les expositions professionnelles dues uniquement à de l'ingestion sont rares, il peut cependant être nécessaire d'en tenir compte dans certaines circonstances, par exemple en cas de contamination externe de la bouche ou des lèvres, de mauvaises pratiques de travail comme la consommation d'aliments dans des zones contaminées. Les incorporations par ingestion peuvent également se produire parallèlement à l'inhalation, selon les circonstances de l'événement. La surveillance et l'estimation dosimétrique des incorporations par inhalation (ISO 16638-1) sont traitées dans un document distinct et prennent le pas sur les exigences relatives à l'évaluation des incorporations par ingestion. Cependant, les exigences relatives à la surveillance sont très similaires. L'uranium présente une toxicité à la fois radiologique et chimique. De ce fait, pour une exposition professionnelle, les bases scientifiques des conditions actuelles d'exposition au risque chimique sont revues au vu des limites d'exposition aux rayonnements ionisants.

Le présent document explicite la nécessité d'un programme de surveillance et de dosimétrie interne pour les différents composés de l'uranium en cas de risque d'ingestion et fournit des recommandations relatives à sa conception. La conception du lieu de travail, les pratiques de travail et les pratiques d'hygiène suivies et l'équipement de protection porté peuvent tous être essentiels pour contrôler l'exposition à ce risque. Le développement du présent document a pris en compte les recommandations des instances internationales et des personnes ayant une expérience internationale dans l'application pratique de ces recommandations dans les programmes de radioprotection. Son application facilite les échanges de données entre les autorités, les instituts de contrôle et les employeurs.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16638-2:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c2e4428-09b4-47e4-b0a7-974542ddf8a0/iso-16638-2-2019>

Radioprotection — Contrôle et dosimétrie interne des éléments spécifiques —

Partie 2: Ingestion de composés d'uranium

1 Domaine d'application

Le présent document décrit les exigences minimales permettant d'établir des programmes de surveillance professionnelle des travailleurs exposés à un risque d'ingestion de composés de l'uranium. Le présent document établit les principes pour la mise en œuvre des objectifs et des exigences des programmes de surveillance et de l'estimation dosimétrique des travailleurs exposés, dans le cadre de leur travail, à une contamination interne. Il établit des procédures et des hypothèses relatives à l'analyse des risques, aux programmes de surveillance et à l'interprétation normalisée des résultats de cette surveillance, afin d'atteindre des niveaux acceptables de fiabilité pour l'uranium et ses composés. Il fixe des limites pour l'applicabilité des procédures concernant les niveaux de dose au-delà desquels il est nécessaire d'appliquer des méthodes plus sophistiquées.

Le présent document traite des circonstances dans lesquelles l'exposition peut être assujettie aux problèmes liés à la toxicité radiologique ou chimique.

Le présent document traite, pour l'ingestion d'uranium et de ses composés, des éléments suivants:

- a) les objectifs de la surveillance et les programmes de surveillance;
- b) la description des différentes catégories de programmes de surveillance;
- c) les méthodes valables pour la surveillance et leurs critères de sélection;
- d) les informations collectées pour l'élaboration d'un programme de surveillance;
- e) les procédures d'estimation dosimétrique basées sur les niveaux de référence utilisés pour les programmes de surveillance spéciale;
- f) les critères pour la détermination de l'importance des résultats de la surveillance;
- g) les incertitudes liées à l'estimation dosimétrique et l'interprétation des résultats sur échantillons biologiques;
- h) la transmission et la documentation;
- i) l'assurance de la qualité;
- j) les exigences en matière de conservation des enregistrements.

Il ne s'applique pas aux éléments suivants:

- a) les descriptions détaillées des méthodes et des techniques de mesurage concernant l'uranium;
- b) la modélisation pour l'amélioration de la dosimétrie interne;
- c) l'influence potentielle de l'action des agents décorporants (par exemple administration d'agents complexants);
- d) l'investigation des causes et des conséquences d'une exposition;

e) la dosimétrie pour les expositions par inhalation et par blessures contaminées.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 5725-1, *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 1: Principes généraux et définitions*

ISO 5725-2, *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 2: Méthode de base pour la détermination de la répétabilité et de la reproductibilité d'une méthode de mesure normalisée*

ISO 5725-3, *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 3: Mesures intermédiaires de la fidélité d'une méthode de mesure normalisée*

ISO 15189, *Laboratoires de biologie médicale — Exigences concernant la qualité et la compétence*

Guide ISO/IEC 99, *Vocabulaire international de métrologie — Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)*.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de le Guide ISO/IEC 99, l'ISO 5725-1, l'ISO 5725-2, l'ISO 5725-3, ainsi que les suivants, s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>;

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>.

3.1 absorption

transfert de composés dans le sang, quel qu'en soit le mécanisme

Note 1 à l'article: L'absorption s'applique généralement à l'incorporation dans le sang des substances solubles et des composés dissociés des particules.

3.2 activité

nombre de désintégrations nucléaires spontanées par unité de temps

Note 1 à l'article: L'activité est exprimée en becquerel (Bq), c'est-à-dire en nombre de désintégrations par seconde.

3.3 clairance

action qui entraîne le mouvement de matières radioactives depuis le site de dépôt dans les tissus et organes

Note 1 à l'article: Cette action peut être naturelle ou induite par des moyens thérapeutiques.

Note 2 à l'article: Le taux de clairance représente la vitesse à laquelle ce phénomène se produit.

3.4**contamination**

substances radioactives présentes sur les surfaces, dans les solides, dans les liquides ou dans les gaz (y compris le corps humain), dont la présence est indésirable ou inattendue, ou processus aboutissant à une telle présence

3.5**seuil de décision**

valeur de l'estimateur du mesurande telle que, quand le résultat d'un mesurage réel utilisant un mode opératoire de mesurage donné d'un mesurande quantifiant le phénomène ou la grandeur physique lui est supérieur, il est décidé que le phénomène ou la grandeur physique est présent

Note 1 à l'article: Dans le cas contraire, il est supposé que cet effet est absent

3.6**limite de détection**

plus petite valeur vraie du mesurande qui garantit une probabilité spécifiée qu'il soit détectable par le mode opératoire de mesurage

3.7**dose efficace engagée**

somme des produits des doses équivalentes engagées reçues par un organe ou un tissu par les facteurs de pondération tissulaire appropriés

Note 1 à l'article: Dans le cadre du présent document, la durée d'intégration est de 50 ans après incorporation.

Note 2 à l'article: La dose efficace engagée est exprimée en sieverts (Sv).

3.8**fonction d'excrétion**

fonction décrivant la fraction d'une incorporation qui est excrétée par jour après un temps donné après incorporation

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c2e4428-09b4-47e4-b0a7-974542ddf8a0/iso-16638-2-2019>

Note 1 à l'article: La fonction d'excrétion est exprimée en becquerels par jour (Bq/j).

3.9**événement**

toute circonstance inattendue, incluant une erreur de manipulation, un défaut d'équipement ou autre incident, qui entraîne des conséquences réelles ou potentielles pouvant être non négligeables du point de vue de la radioprotection ou de la sûreté

3.10**incorporation**

activité (3.2) d'un radionucléide ayant pénétré dans le corps à un moment donné ou résultant d'un événement (3.9) donné

Note 1 à l'article: L'incorporation est exprimée en becquerels (Bq).

3.11**analyses in vitro**

analyses comprenant le mesurage des radionucléides, effectuées sur des échantillons biologiques issus d'une personne

Note 1 à l'article: Les échantillons biologiques correspondent à des échantillons urinaires, fécaux et de mucus nasal. Dans le cadre des programmes de surveillance spéciale, d'autres échantillons peuvent être prélevés, comme par exemple le sang et les cheveux.

3.12

surveillance

campagnes de mesurages ayant pour objet l'évaluation ou le contrôle de l'exposition à des composés radioactifs et l'interprétation des résultats

Note 1 à l'article: Le présent document distingue trois catégories différentes de programmes de surveillance, à savoir *programme de surveillance de contrôle* (3.13), *programme de surveillance spéciale* (3.14) et *programme de surveillance de chantier* (3.15), ainsi qu'un type de surveillance, à savoir *surveillance individuelle* (3.16), compris dans chaque catégorie.

3.13

programme de surveillance de contrôle

programme de surveillance mis en place pour confirmer des hypothèses sur les conditions de travail et qu'un programme de surveillance de routine à des fins d'estimation dosimétrique n'est pas nécessaire

3.14

programme de surveillance spéciale

programme de surveillance mis en place pour quantifier des expositions significatives suite à un événement (3.9)

3.15

programme de surveillance de chantier

programme de surveillance s'appliquant à une opération spécifique ou permettant d'obtenir des données soit sur une opération spécifique d'une durée limitée, soit à la suite de modifications majeures appliquées aux installations ou aux procédures, ou mis en place pour confirmer que le programme de surveillance de routine est adéquat

3.16

surveillance individuelle

surveillance (3.12) effectuée par le port d'un appareil individuel de mesure ou soit par le mesurage des quantités de composés radioactifs retenus dans ou sur le corps de chaque travailleur, soit par le mesurage des composés radioactifs excrétés par chaque travailleur

3.17

assurance de la qualité

toutes les actions planifiées et systématiques nécessaires pour attester qu'un processus, un mesurage ou un service satisfait aux exigences de qualité, par exemple celles spécifiées dans une autorisation

3.18

contrôle de la qualité

partie de l'*assurance de la qualité* (3.17) qui a pour objectif de vérifier que les systèmes et les composants sont en conformité avec les exigences prédéfinies

3.19

niveau de référence

valeur des grandeurs mesurées au-dessus de laquelle il convient d'entreprendre une action particulière ou de prendre une décision

3.20

facteur de dispersion

écart-type géométrique de la distribution log-normale des mesurages sur des échantillons biologiques

ITeCh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16638-2:2019
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/27e4428-09b4-47e4-b0a7-974542ddf8a0/iso-16638-2-2019>

4 Symboles et abréviations

4.1 Symboles

D_v	dose efficace engagée due à l'incorporation annuelle (Sv) à partir de laquelle les doses faibles peuvent être ignorées dans le cadre du programme de surveillance
$E(50)$	dose efficace engagée (Sv) pour une période d'intégration de 50 ans
$e(50)$	coefficient de dose: dose efficace engagée par unité d'incorporation (Sv·Bq ⁻¹), pour une période d'intégration de 50 ans
f_A	facteur de transfert gastro-intestinal, fraction de l'activité entrant dans le tractus alimentaire qui est absorbée par le tractus alimentaire en l'absence à la fois de pertes dues à la décroissance radioactive et d'apport endogène dans le tractus alimentaire
I	incorporation, en Bq (3.13)
$m(t_i)$	valeur prévisionnelle de la quantité mesurée (Bq/j/Bq = j ⁻¹) au temps t_i pour une incorporation unitaire (fonction d'excrétion ou de rétention, pour l'incorporation unitaire)
$m_c(t_i)$	valeur prévisionnelle de la quantité mesurée après une période de t_i jours d'une incorporation unitaire chronique par jour (fonction d'excrétion ou de rétention au temps, t_i , pour une incorporation unitaire chronique par jour)

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

4.2 Abréviations

MRC	matériau de référence certifié (voir ISO 28218 ^[2])
DU	Uranium appauvri (uranium dont la teneur en U-235 est inférieure à celle de l'uranium naturel)
HEU	Uranium hautement enrichi (uranium dont la teneur en U-235 est supérieure ou égale à 20 %)
CIRC	Centre international de recherche sur le cancer
CIPR	Commission internationale de protection radiologique
LDH	lactate déshydrogénase
LEU	uranium faiblement enrichi (uranium dont la teneur en U-235 est comprise entre le niveau naturel et 20 %)
DMEIO	dose minimale ayant un effet indésirable observé
DSEIO	dose sans effet indésirable observé
TRS	étalon de transfert de référence (voir ISO 28218 ^[2])
U-nat	composé d'uranium avec une composition isotopique naturelle

5 Objectif et nécessité des programmes de surveillance

L'uranium dans ses composés est considéré comme un mélange de trois principaux isotopes: U-234, U-235 et U-238, mais dans certains cas, le mélange comprend également les isotopes U-236, U-233 et U-232. Le présent document décrit quatre compositions isotopiques différentes, pour exemples: l'uranium naturel (U-nat), l'uranium appauvri (DU), l'uranium faiblement enrichi (LEU) et l'uranium hautement enrichi (HEU) (voir [Tableau 1](#)), basées sur les compositions isotopiques courantes de l'uranium rencontrées dans l'industrie nucléaire. Il convient d'utiliser les compositions isotopiques spécifiques, si elles sont disponibles.

Tableau 1 — Composition isotopique de l'uranium naturel (U-nat), de l'uranium appauvri (DU), de l'uranium faiblement enrichi (LEU) et de l'uranium hautement enrichi (HEU), en masse et en activités alpha totales de l'uranium, basées sur les valeurs d'activité spécifique de la CIPR 107 [12]

	U-238		U-235		U-234		Rapport d'activité alpha U-234/U-238	
	Composi-tion isoto-pique en masse	Activité alpha totale	Composition isotopique en masse	Activité alpha totale	Composition isotopique en masse	Activité alpha totale		Acti- vité alpha totale
	%	%	%	%	%	%		Bq/g
U-nat	99,275	48,26	0,72	2,25	0,005 5	49,49	2,56E+04	1,03
DU	99,799	83,45	0,2	1,07	0,001 0	15,48	1,49E+04	0 186
LEU	96,471	14,78	3,5	3,45	0,028 84	81,78	8,12E+04	5,54
HEU	6,41	0,042	92,8	3,92	0,79	96,04	1,89E+06	2 287

La population générale est exposée à l'uranium omniprésent dans l'environnement, l'ingestion d'aliments et d'eau potable étant les principales causes de la charge corporelle. Dans l'industrie, l'uranium peut être présent sous diverses formes, souvent en association avec d'autres radionucléides. En général, les informations initiales d'exposition en cas de risque d'ingestion par les travailleurs sont parcellaires quant aux paramètres d'absorption de l'uranium et quant à la biocinétique du matériau, données essentielles pour l'évaluation des contraintes radiologiques ou pour l'optimisation des procédures de surveillance. Toutefois, les données d'absorption peuvent être obtenues à partir d'études réalisées sur des animaux dans le but spécifique d'estimer les paramètres spécifiques des différents matériaux industriels manipulés. L'importance relative des toxicités chimiques et radiologiques de l'uranium ingéré dépend du degré d'enrichissement de l'U-235 (et de l'U-234), de la solubilité du composé et de la spéciation chimique. Pour recommander des coefficients de dose spécifiques à des matériaux et prévoir la biocinétique de l'uranium chez l'homme, les valeurs des paramètres d'absorption issues des études réalisées sur des animaux sont combinées avec les données relatives à la physiologie de l'homme obtenues à partir du modèle alimentaire humain (human alimentary tract model – HATM) de la CIPR, [10] et du modèle systémique pour l'uranium de la CIPR [8].

Les objectifs généraux de la surveillance sont de vérifier et de prouver que les travailleurs sont protégés efficacement contre le risque d'incorporation des radionucléides et que la protection est en accord avec les exigences légales. Par conséquent, la surveillance fait partie du programme global de radioprotection. Le programme débute par une évaluation permettant d'identifier les conditions de travail pour lesquelles il existe un risque de contamination interne par ingestion des travailleurs et de quantifier l'incorporation probable de matériau radioactif et la dose efficace engagée reçue correspondante.

L'ingestion de composés d'uranium liée au travail peut se produire après l'ingestion d'aliments ou de boissons contaminés, par le transfert de la contamination par contact main-bouche ou objet-bouche et par le mécanisme plus passif, mais plus direct, du dépôt de contaminants autour de la bouche et dans la cavité buccale. Les incorporations par ingestion peuvent être contrôlées par un lavage et un nettoyage efficace des mains ou minimisées par des recommandations en matière d'hygiène du travail, par l'absence de nourriture et de boisson sur le lieu de travail et par le port d'équipements de protection individuelle. Les expositions par ingestion ne sont pas prévues dans des circonstances normales et il n'est donc pas nécessaire de mettre en place un programme de surveillance de routine. L'ingestion accidentelle liée au travail peut se produire en raison de mauvaises pratiques de travail et d'un manque d'hygiène personnelle. Il convient que les décisions relatives à la nécessité et à l'élaboration du programme de surveillance soient prises à la lumière d'une telle évaluation des risques, avec une surveillance individuelle principalement spéciale, de contrôle ou de surveillance de chantier. Les facteurs qui conditionnent l'importance d'un programme de surveillance sont l'ampleur des expositions potentielles et l'obligation d'identifier des expositions accidentelles.

Afin d'améliorer à la fois l'évaluation des risques d'exposition à l'uranium et la gestion de ces risques, il est nécessaire de définir des valeurs limites d'exposition adaptées. Le processus de détermination de limites d'exposition commence par une analyse soigneuse des études toxicologiques avec des