



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**IRSN**

INSTITUT DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

LIVRET À DESTINATION DES PROFESSIONNELS DE SANTÉ

# RISQUES ASSOCIÉS AUX RAYONNEMENTS IONISANTS EN SITUATION ACCIDENTELLE



Les situations d'urgence radiologique ou nucléaire<sup>1</sup> peuvent nécessiter la mise en œuvre d'une réponse médicale et sanitaire proportionnée mettant en jeu une phase préhospitalière et une phase hospitalière. La phase préhospitalière fait appel au dispositif ORSEC (Organisation de la réponse de sécurité civile). La phase hospitalière fait appel au dispositif ORSAN (Organisation de la réponse du système de santé en situations sanitaires exceptionnelles).

Tout établissement de santé doit être en mesure d'accueillir et d'orienter vers un établissement de santé de référence, les victimes blessées-irradiées-contaminées dans le cadre de son plan de gestion des situations sanitaires exceptionnelles sur le volet plan ORSAN-NRBC et ORSAN-AMAVI.

Réalisé à la demande de la Direction générale de la santé, ce livret, à destination des professionnels de santé, fournit des éléments de base sur les risques associés aux expositions aux rayonnements ionisants pour les victimes et le personnel médical.

---

<sup>1</sup> Sur la base du « IAEA Safety Glossary » édition 2018 (ISBN 978-92-0-104718-2), une urgence nucléaire et radiologique est définie comme une situation de risque suspecté ou avéré respectivement liée à la libération d'énergie résultant d'une réaction nucléaire en chaîne ou de la désintégration des produits d'une réaction en chaîne, une urgence radiologique est définie comme une situation ou à une exposition aux rayonnements ionisants.

# TABLE DES MATIÈRES

|   |    |
|---|----|
| GLOSSAIRE.....  | 4  |
| 01 GÉNÉRALITÉS : RADIOACTIVITÉ ET RAYONNEMENTS IONISANTS .....  | 5  |
| 02 GÉNÉRALITÉS : UNITÉS DE DOSE DES RAYONNEMENTS IONISANTS .....  | 6  |
| 03 GÉNÉRALITÉS : EXPOSITIONS AUX RAYONNEMENTS IONISANTS DANS LA VIE COURANTE .....  | 7  |
| 04 BASES DE LA RADIOPROTECTION .....  | 9  |
| 05 ÉQUIPEMENTS SPÉCIFIQUES POUR LA PRISE EN CHARGE DES VICTIMES RADIO-<br>CONTAMINÉES .....                               | 11 |
| 06 EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS : IRRADIATION ET CONTAMINATION .....   | 12 |
| 07 EXEMPLES D'ACCIDENTS RADIOLOGIQUES.....  | 13 |
| 08 IRRADIATIONS EXTERNES ET RADIO-PATHOLOGIE .....  | 14 |
| 09 DOSIMÉTRIE EXTERNE DES VICTIMES IRRADIÉES.....   | 15 |
| 10 PRISE EN CHARGE MÉDICALE DES VICTIMES IRRADIÉES.....   | 17 |
| 11 CONTAMINATION INTERNE ET TOXICITÉ DES RADIONUCLÉIDES .....   | 18 |
| 12 DOSIMÉTRIE DES VICTIMES PRÉSENTANT UNE CONTAMINATION RADIOACTIVE INTERNE .....   | 20 |
| 13 TRAITEMENT DE LA CONTAMINATION RADIOACTIVE INTERNE.....  | 22 |
| 14 ACTIONS DE PROTECTION DE LA POPULATION EN CAS DE SITUATION D'URGENCE<br>NUCLÉAIRE.....                                 | 23 |
| 15 RÔLE DU CONSEILLER EN RADIOPROTECTION (CRP) ET PROTECTION DES INTERVENANTS<br>EN SITUATION D'URGENCE RADIOLOGIQUE..... | 26 |
| INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES.....   | 29 |

# GLOSSAIRE

**ANDRA** : ... Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs

**ALARA** : ... de l'anglais « As low as reasonably available » (aussi bas que raisonnablement possible) désigne le principe d'optimisation en radioprotection

**Bq** : ..... symbole du becquerel, l'unité légale de mesure internationale utilisée en radioactivité (également TBq : téra-becquerel, soit 10<sup>12</sup> Bq)

**CEA** : ..... Commissariat à l'Energie Atomique et aux énergies alternatives

**CMIR** : ..... Cellule mobile d'intervention radiologique

**CRP** : ..... conseiller en radioprotection désigné par l'employeur pour le conseiller en matière de radioprotection des travailleurs conformément à l'article article R. 4451-3 du code du travail

**EPI** : ..... équipement de protection individuel

**FFP** : ..... de l'anglais « filtering facepiece », pour les masques de protection des voies respiratoires

**F, M et S** : type d'absorption pulmonaire des radionucléides après inhalation, respectivement rapide, moyenne et lente

**Gy** : ..... symbole du gray, l'unité de dose absorbée

**INB** : ..... installation nucléaire de base. Installation soumise, de par sa nature ou en raison de la quantité ou de l'activité des substances radioactives qu'elle contient, à la loi du 13 juin 2006 (dite Loi TSN) et de l'arrêté du 7 février 2012. Ces installations doivent être autorisées par décret pris après enquête publique et avis de l'ASN. Leurs conception, construction, exploitation (en fonctionnement et à l'arrêt) et démantèlement sont réglementés

**INBS** : ..... installation nucléaire de base secrète (dépend du ministère de la Défense)

**IRSN** : ..... institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

**KI** : ..... iode de potassium

**NR** : ..... nucléaire ou radiologique (s'agissant des risques NRBC)

**PCR** : ..... personne compétente en radioprotection (CRP s'il s'agit d'une personne physique, cf. article R. 4451-112 du code du travail)

**RI** : ..... rayonnements ionisants

**RX** : ..... rayonnement X

**SAI** : ..... syndrome aigu d'irradiation

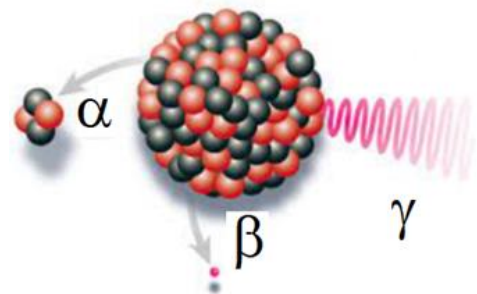
**SMUR** : ..... Service mobile d'urgence et de réanimation

**SUR** : ..... situation d'urgence radiologique (Il y a situation d'urgence radiologique lorsqu'un événement risque d'entraîner une émission de matières radioactives ou un niveau de radioactivité susceptibles de porter atteinte à la santé publique, notamment en référence aux limites et niveaux d'intervention)

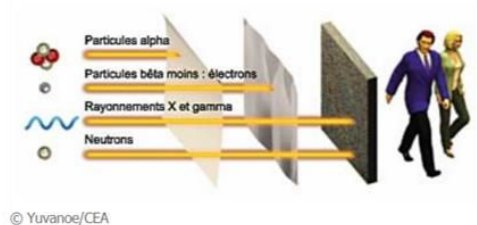
**Sv** : ..... symbole du sievert, l'unité de dose équivalente et de dose efficace

# 01 GÉNÉRALITÉS : RADIOACTIVITÉ ET RAYONNEMENTS IONISANTS

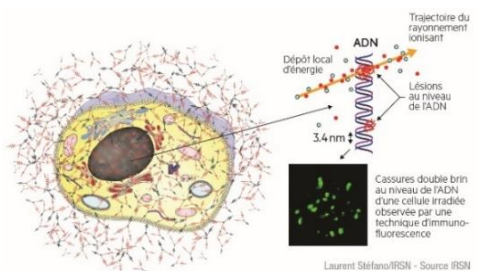
La **radioactivité** est un phénomène naturel lié à la structure de la matière. Certains atomes constituant la matière sont instables et émettent des rayonnements. Ces atomes instables (radionucléides) se transforment spontanément en perdant de l'énergie, et reviennent ainsi progressivement à un état stable. Ils émettent alors des particules ou des photons, dont le flux constitue un rayonnement porteur d'énergie, spécifique du radionucléide qui l'émet. Ces **rayonnements sont dits ionisants** car ils peuvent ioniser la matière en interagissant avec elle, c'est-à-dire lui enlever un ou plusieurs électrons. Ces ionisations provoquent des modifications physico-chimiques dans le corps humain susceptibles d'entraîner des effets néfastes sur la santé. **Le pouvoir d'ionisation d'un radionucléide dépend de la nature des rayonnements qu'il émet (alpha, bêta, gamma, X, neutronique) et de l'énergie de chacune des émissions.** Généralement, un radionucléide émet plusieurs types de rayonnements à la fois (alpha, bêta, gamma, X, neutronique).



- Les rayonnements communiquent leur énergie au milieu qu'ils traversent ;
- Lorsque leur énergie est suffisante (> 10 eV environ) ils produisent des ionisations et des excitations des atomes et des molécules du milieu ;
- En choisissant les matériaux qui conviennent, les rayonnements ionisants sont atténués et finissent par être arrêtés dans la matière.



- Les ionisations et les excitations produites dans les tissus biologiques peuvent provoquer des dommages à l'ADN et des réactions tissulaires.



- Ce sont ces mêmes phénomènes d'ionisation qui sont mis à profit pour la détection des rayonnements ionisants.



## 02 GÉNÉRALITÉS : UNITÉS DE DOSE DES RAYONNEMENTS IONISANTS

Les rayonnements ionisants déposent une fraction ou la totalité de leur énergie lorsqu'ils interagissent avec la matière. Les effets d'une exposition aux rayonnements ionisants (RI) sur l'organisme dépendent de la « dose » à laquelle celui-ci, dans son entier ou en partie, est soumis.

Le terme « dose » recouvre différentes notions et est associée à des unités distinctes :

**La dose absorbée** est une grandeur physique **mesurable** de l'énergie déposée par les rayonnements dans la matière, rapportée par unité de masse de cette matière. Son unité est le **gray** (1 Gy = 1 joule/kg).

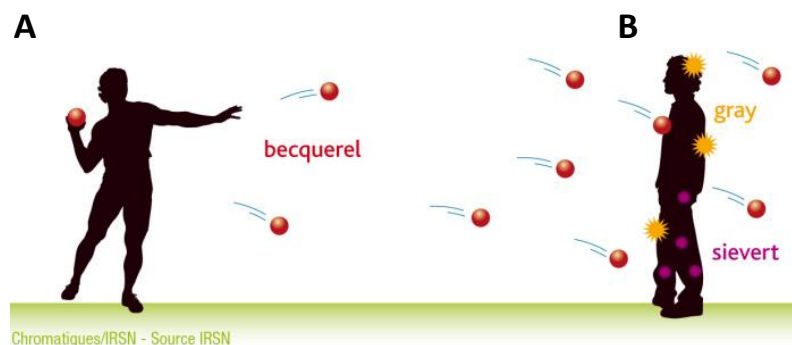
La connaissance de la dose absorbée permet de caractériser ou de prédire les réactions tissulaires associées à des fortes doses. Ces réactions peuvent être recherchées, pour détruire des cellules cancéreuses (radiothérapie). Elles deviennent indésirables lorsqu'elles touchent des tissus sains.

**La dose équivalente** et **la dose efficace** sont des grandeurs dérivées de la dose absorbée. Elles ne sont **pas mesurables** mais déterminées par calcul. Leur unité est le sievert (Sv).

Principalement utilisées dans le domaine de la radioprotection, s'agissant d'expositions aux faibles doses, ces grandeurs sont définies pour prendre en compte le risque d'effet stochastique à long terme (cancer) :

- La dose équivalente à un organe prend en compte le degré de « nocivité » de chaque type de rayonnement ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , RX...) sur les cellules de cet organe.
- La dose efficace au corps entier ajoute la prise en compte de la sensibilité propre à chaque organe pour le développement d'effets stochastiques à long terme (probabilité de survenue de cancer).

**Dans le cas d'une contamination interne**, suite à l'incorporation de radionucléides, l'exposition se poursuit aussi longtemps que les radionucléides sont présents au sein de l'organisme. La durée de séjour d'un radionucléide dans le corps dépend de sa demi-vie radioactive et de sa vitesse d'excrétion via les urines et les selles. Les radionucléides à vie courte disparaissent rapidement de l'organisme. Pour certains radionucléides, la durée de séjour dans l'organisme peut au contraire être de plusieurs dizaines d'années (cas du radium 226 ou de l'uranium 238). La dose (équivalente ou efficace) intégrée sur un temps  $t$  donné est dite « engagée ». Si la valeur de  $t$  n'est pas donnée, elle est implicitement, pour les adultes, de 50 ans et, pour les enfants, du nombre d'années entre l'âge au moment de l'incorporation et l'âge de 70 ans.



**A** - Lorsque les RI sont émis par une source, l'activité de cette source (en Bq) détermine l'intensité du flux de rayonnements.

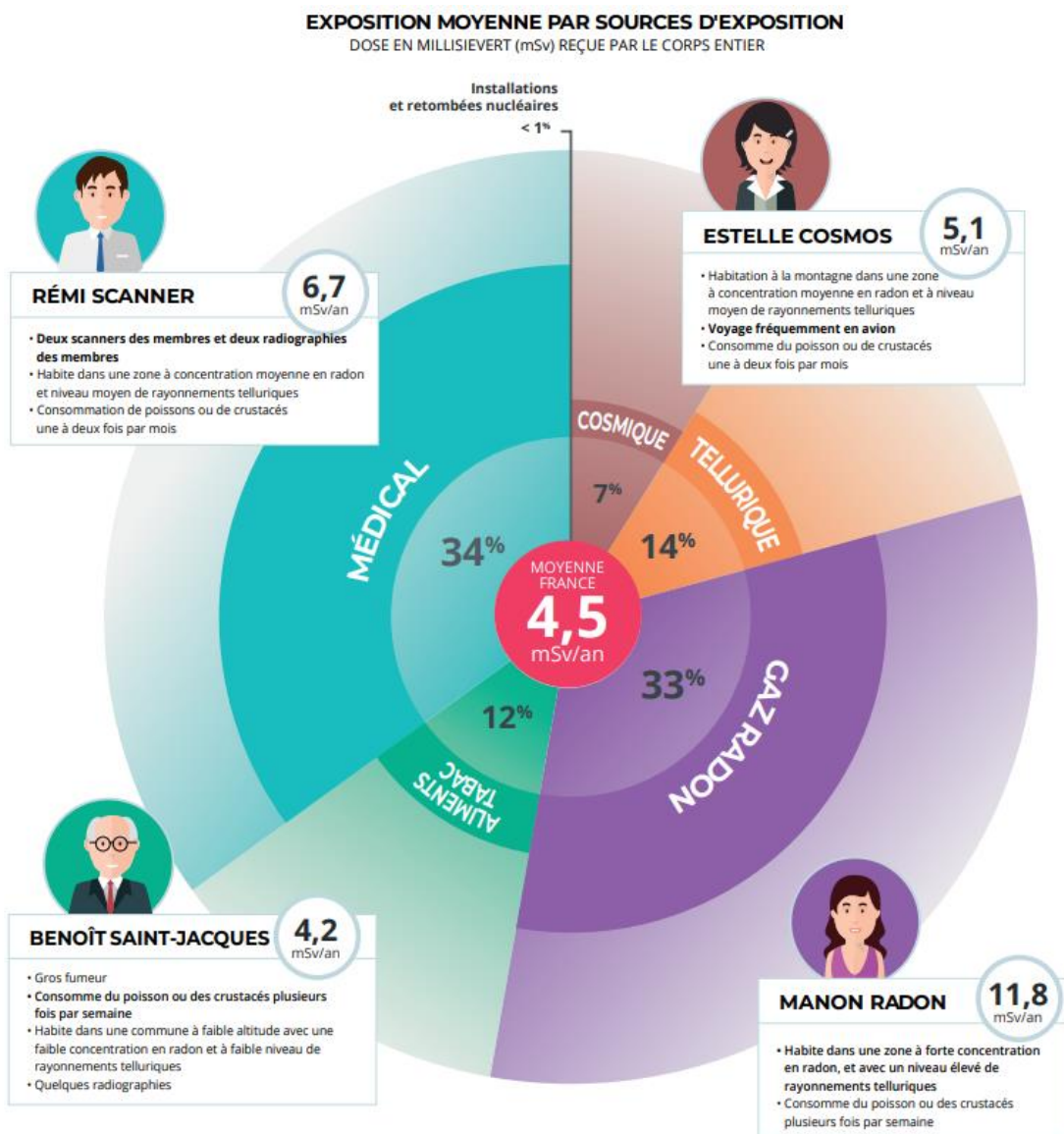
**B** - L'énergie cédée dans les organes par les rayons qui atteignent l'organisme définit la dose absorbée, en gray (Gy)

**C** - Le détriment qui en résulte sur l'organisme en termes d'effets stochastiques (cancers) est évalué par la dose équivalente, pour les organes, et la dose efficace, pour l'organisme entier, dans les deux cas en sievert (Sv).

# 03

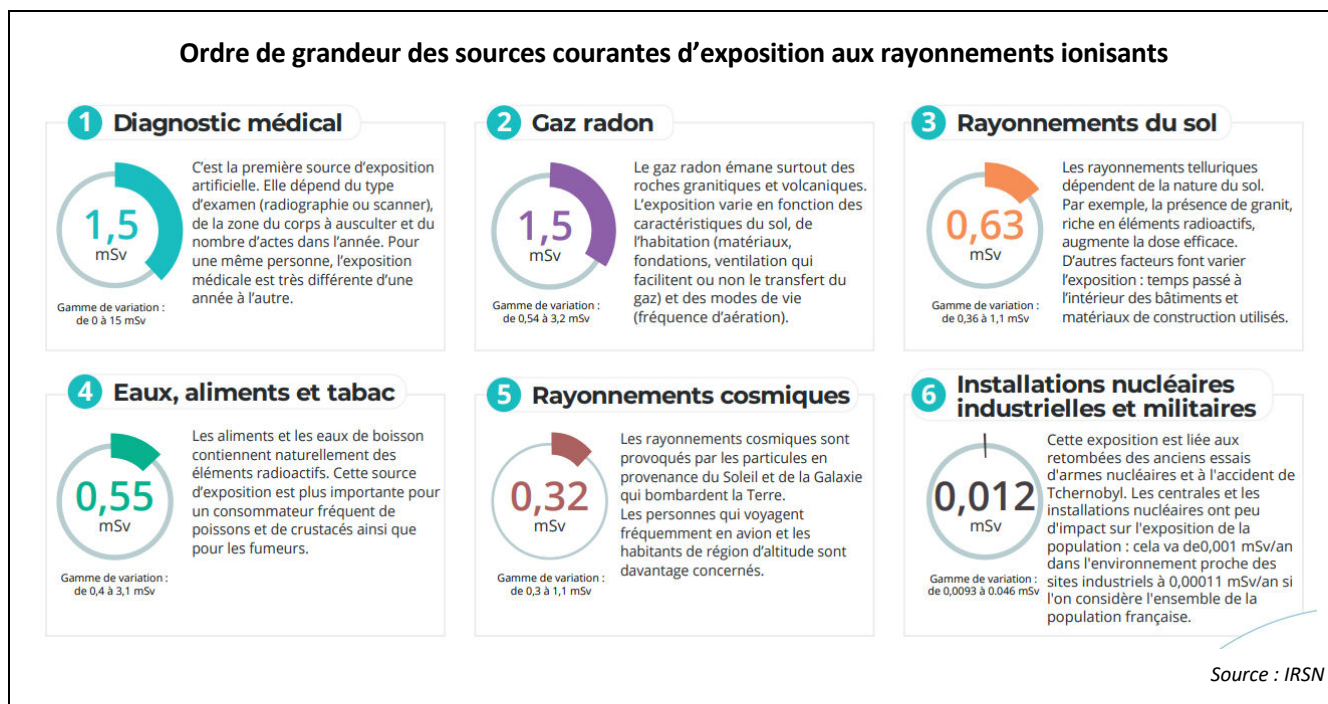
## GÉNÉRALITÉS : EXPOSITIONS AUX RAYONNEMENTS IONISANTS DANS LA VIE COURANTE

Chacun d'entre nous est exposé dans la vie courante à des sources de rayonnements ionisants d'origines différentes, naturelles ou artificielles. Notre exposition est variable selon notre localisation géographique, notre mode de vie et nos besoins médicaux (examens radiologiques). En France, la dose reçue par individu est estimée en 2021 en moyenne à 4,5 mSv par an, dont 1/3 environ attribuable aux sources d'origine artificielle et 2/3 environ aux sources naturelles.



Les valeurs ont été obtenues en utilisant les coefficients de dose radon de la réglementation en vigueur en juin 2021.

D'une personne à l'autre la dose reçue est différente. Notre exposition varie en fonction des aliments et de l'eau que nous consommons, des cigarettes que nous fumons si l'on est fumeur, des voyages en avions que nous faisons, du lieu d'habitation ou de la fréquence des examens médicaux (radiographies et scanners). Nous sommes ainsi exposés à des faibles doses de rayonnements ionisants tout au long de notre vie.



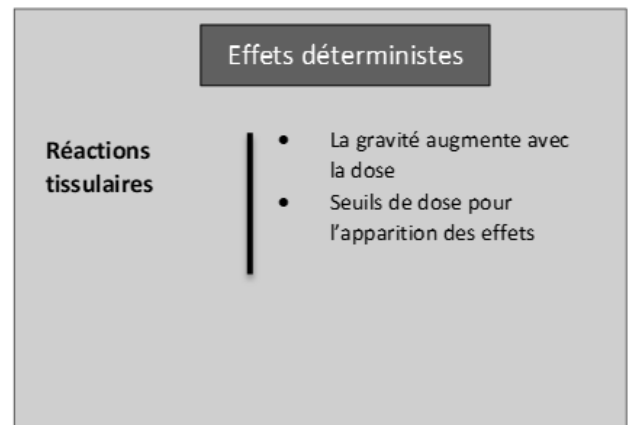
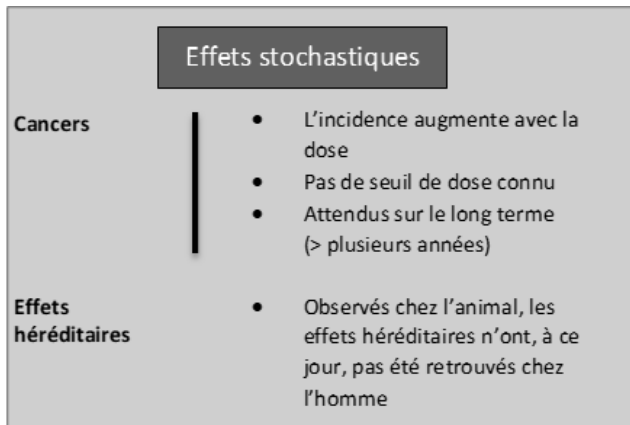
**En savoir plus :** consulter le chapitre « Exposition de la population » sur le site internet de l'IRSN :

→ <https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Sante/exposition-population/exposition-population-france-metropole/Pages/0-Exposition-population-France-Sommaire.aspx#.Yfu8OmDMLIU>



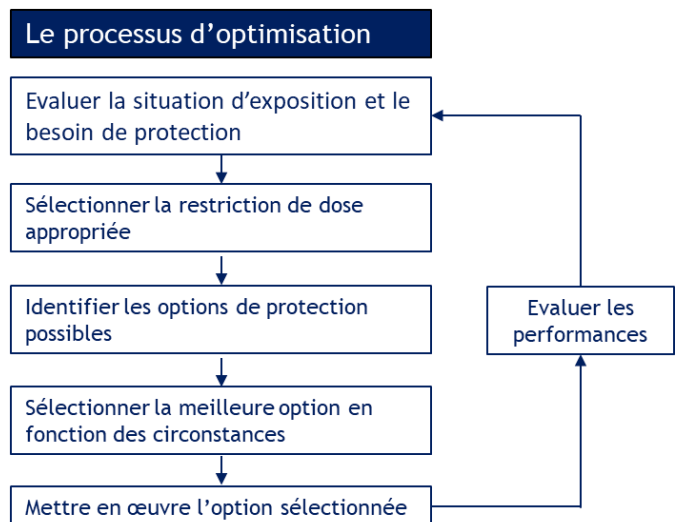
# 04 BASES DE LA RADIOPROTECTION

L'objectif principal de la radioprotection est de protéger l'homme et l'environnement des effets nocifs des expositions aux rayonnements ionisants sans limiter de façon excessive les actions humaines souhaitables qui peuvent être à l'origine de ces expositions. Les moyens mis en œuvre visent à prévenir l'apparition de réactions tissulaires nocives (effets « déterministes ») et à limiter de risque d'induction des cancers (effets « stochastiques »).



## Les trois principes fondamentaux de la radioprotection

- **Justification** : toute décision qui modifie la situation d'exposition aux rayonnements doit induire plus d'avantages que d'inconvénients.
- **Optimisation de la protection** : le risque d'exposition, le nombre de personnes exposées et les doses individuelles reçues doivent tous être maintenus aussi bas que raisonnablement possible (ALARA pour « *as low as reasonably achievable* » en anglais), compte tenu des facteurs économiques et sociétaux. En d'autres termes, le niveau de protection doit être le meilleur possible en fonction des circonstances.
- **Application des limites de dose** : la dose totale reçue par un individu quel qu'il soit, due à des sources réglementées dans les situations d'exposition planifiée, autres que l'exposition médicale de patients, ne doit pas dépasser les limites appropriées. Les limites de dose, fixées pour les travailleurs et les personnes du public, font l'objet d'un consensus international.



## Les règles de base de radioprotection

La distance :

- s'éloigner de la source de rayonnement.

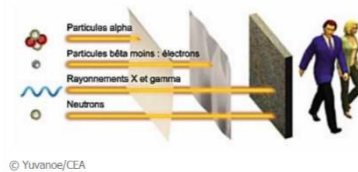


Le temps :

- minimiser la durée d'exposition.

Les écrans :

- atténuer les rayonnements,
- limiter les risques de contamination corporelle : port de



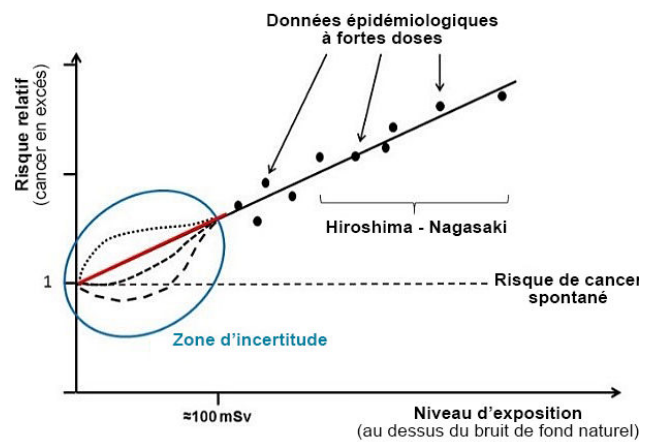
## Gestion du risque aux faibles doses :

### l'hypothèse de la relation dose-effet linéaire sans seuil pour les effets stochastiques

Les données épidémiologiques sur le risque de cancer après exposition aux RI permettent d'établir avec certitude une relation linéaire pour une exposition au-dessus de 100 mSv (trait noir plein).

En dessous de 100 mSv environ, les études épidémiologiques manquent de puissance statistique et les incertitudes sont alors trop importantes pour pouvoir statuer de façon certaine sur la forme de la relation (zone entourée en bleu).

Par principe de précaution, le système de radioprotection retient à ce jour l'hypothèse d'une relation linéaire sans seuil pour les expositions inférieures à environ 100 mSv (droite rouge), dans la prolongation de la relation linéaire attestée pour les expositions supérieures à 100 mSv.



Source : IRSN

# 05 ÉQUIPEMENTS SPÉCIFIQUES POUR LA PRISE EN CHARGE DES VICTIMES RADIO-CONTAMINÉES

La prise en charge des victimes présentant une contamination radioactive nécessite de disposer d'équipements spécifiques aux risques nucléaire et radiologique.

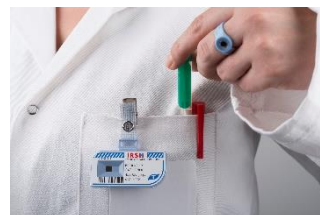
Lors de la prise en charge de victimes radio-contaminées, les actions de protection des travailleurs consistent à ne pas étendre la contamination, et à ne pas transformer une contamination externe en contamination interne.

- Un **stock d'équipements de protection individuels (EPI)** adaptés aux risques NR : combinaisons, gants, masques, lunettes, charlottes, sur-bottes.
- Une **unité de décontamination hospitalière** incluant les équipements de protection individuels et de détection adaptés pour sa mise en œuvre.
- Des **moyens de détection/contrôle** en nombre suffisant : radiamètres, contaminamètres.
- Un circuit de **traitement et de stockage des déchets** et des effets personnels des victimes potentiellement contaminées.



Si des risques d'exposition des professionnels de santé sont identifiés, outre la mise en œuvre des équipements ci-dessus, une surveillance dosimétrique peut être nécessaire. Le conseiller en radioprotection (CRP) et le médecin du travail en charge de la surveillance des travailleurs susceptibles d'être exposés peuvent demander à cette fin l'assistance de l'Institut de Radioprotection et Sûreté Nucléaire (IRSN).

- Moyens de **surveillance individuelle de l'irradiation** : dosimètres passifs.



- Moyens de **surveillance individuelle de la contamination interne** : examens anthroporadiométriques et analyses radio-toxicologiques.

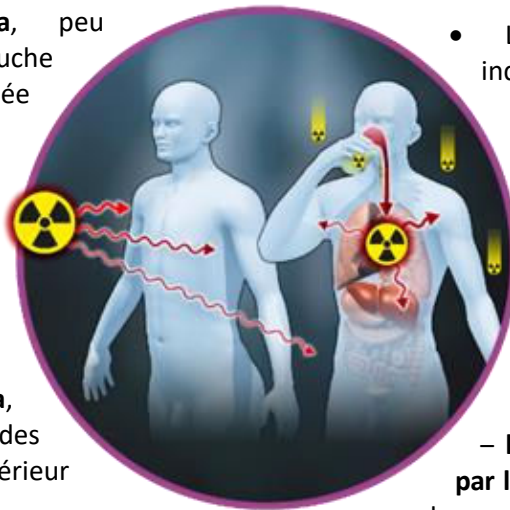


# 06 EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS : IRRADIATION ET CONTAMINATION

L'irradiation est la conséquence de l'exposition des individus aux rayonnements ionisants produits par une source radioactive. Les rayonnements émis par cette source traversent l'organisme ou une partie de celui-ci.

On distingue :

- le **rayonnement alpha**, peu pénétrant, arrêté par la couche cornée de la peau composée de cellules mortes ;
- le **rayonnement bêta**, plus pénétrant et pouvant atteindre les couches internes de la peau et provoquant des brûlures ;
- le **rayonnement gamma**, très pénétrant, au-delà des couches de la peau, à l'intérieur du corps.



Source : IRSN

La dissémination de la source radioactive sous la forme de particules radioactives (radionucléides) peut entraîner une contamination externe voire interne des individus :

- La **contamination externe cutanée** résulte du dépôt sur la peau de particules radioactives présentes dans l'atmosphère et/ou sur les surfaces.

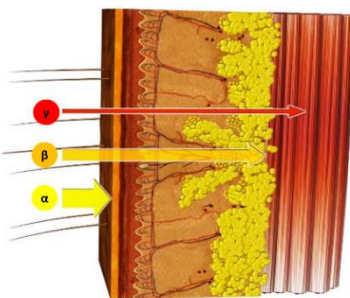
- La **contamination interne** des individus fait suite à l'incorporation de particules radioactives dans l'organisme selon plusieurs modes :

- **l'inhalation de particules radioactives** présentes dans l'atmosphère et dans les matières remises en suspension après avoir été déposées au sol ou sur toute autre surface ;

- **l'ingestion de produits contaminés par les particules radioactives libérées** :

la contamination par ingestion est fonction du régime alimentaire, du mode de vie de la population, de la proportion de produits alimentaires contaminés consommés, de l'importance de la contamination des aliments. L'ingestion de particules radioactives peut aussi résulter de la contamination des mains (manuportage) ;

- **la pénétration dans les tissus sous-cutanés ou dans le milieu systémique suite à une effraction de la barrière cutanée** : ce mode d'incorporation peut se révéler particulièrement important chez les personnes présentant des blessures multiples par polycrissage de débris solides suite à une explosion.



Source : IRSN

# 07 EXEMPLES D'ACCIDENTS RADIOLOGIQUES

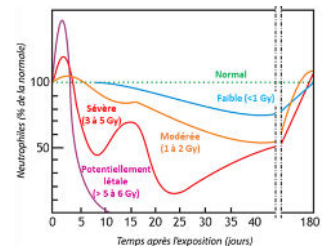
Dans les exemples sélectionnés l'exposition aux rayonnements ionisants a été particulièrement élevée.

## Accidents d'irradiation

- **Irradiation accidentelle à une source de gammagraphie industrielle** (~ 1220 GBq d'Ir-192) restée hors de son château de stockage à la suite d'une défaillance de l'appareil.
  - 1 opérateur sévèrement irradié présentant une atteinte hématologique radio-induite de faible sévérité dans les premiers jours (dose moyenne corps entier 0,76 Gy) et une phlyctène dans les premières heures avec une évolution vers une lésion cutanée sévère dans les semaines suivantes (dose à la peau au niveau de la lésion de 50 Gy).
  - 2 opérateurs exposés à plusieurs centaines de mGy (environ 200 mGy) sans effet déterministe.
- **Irradiation accidentelle à une source pour stérilisation industrielle** (~2,96 10<sup>16</sup> Bq de Co-60) hors position de sécurité.
  - 1 opérateur sévèrement irradié présentant une aplasie radio-induite sévère (dose moyenne corps entier de 4,8 Gy).



Source : « The Radiological Accident in Ventanilla », IAEA

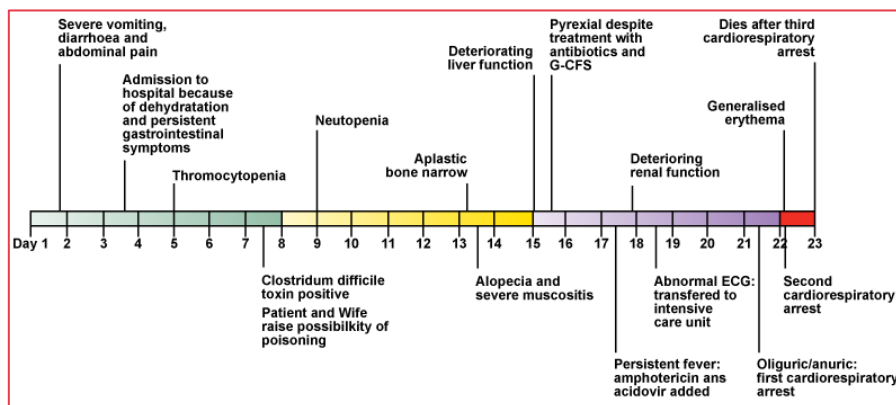


## Accident d'irradiation et de contamination

- **Irradiation et contamination accidentelles suite à la rupture d'une source scellée de haute activité utilisée en radiothérapie (50 TBq de Cs-137).** La source a été enlevée de son logement de protection dans un appareil de radiothérapie abandonné dans une clinique désaffectée (Goïânia, Brésil). Elle a alors été brisée et le césium dispersé.
  - De nombreuses personnes ont reçu de fortes doses de rayonnements par irradiation et contamination interne et externe. Quatre sont décédées, et 28 ont développé des brûlures radio-induites.
- **Empoisonnement au Po-210.**
  - 1 victime décédée au bout de 23 jours après contamination au polonium-210. La victime est décédée d'un SAI après avoir ingéré 4,4 GBq de polonium-210 (radionucléide émetteur  $\alpha$ ), activité conduisant à des doses létales pour différents organes vitaux.



Source : « The Radiological Accident in Ventanilla », IAEA



Source : A.C. Natwani et al. 2016, Lancet

# 08 IRRADIATIONS EXTERNES ET RADIO-PATHOLOGIE

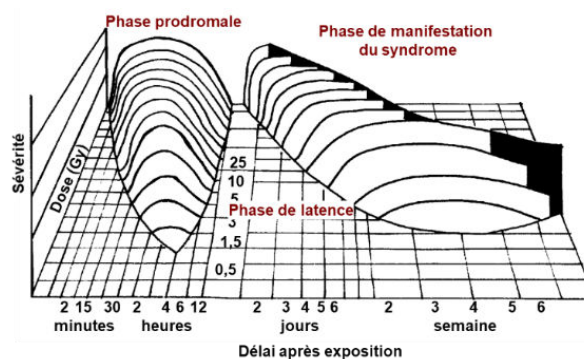
Les irradiations externes concernent les situations où la source radioactive est située à l'extérieur du corps, les rayonnements émis par cette source radioactive traversent l'organisme ou une partie de celui-ci et vont produire des effets sur l'organisme en fonction de la dose reçue. Plus la dose est forte et plus les effets seront graves jusqu'au syndrome d'irradiation aiguë (SAI).

Une victime irradiée n'irradie pas plus qu'un brûlé ne brûle.

La moelle osseuse est l'organe le plus radiosensible, suivie par le système gastro-intestinal. Le système nerveux central est caractérisé par une radiorésistance organique mais une certaine radiosensibilité sur le plan fonctionnel.

Le syndrome aigu d'irradiation (SAI) est une combinaison de plusieurs syndromes. Une victime irradiée à forte dose, présentera un SAI sous sa forme hématologique, gastro-intestinale, neuro-vasculaire ou cutané. La sévérité du SAI dépend non seulement de la dose absorbée totale, de la durée de l'irradiation et du type de rayonnement, mais aussi de la distribution de la dose dans l'organisme.

- Le SAI est caractérisé par une **phase prodromale (< 24 heures après irradiation)** avec l'apparition de symptôme aspécifique comme érythème, asthénie, nausée, vomissements, diarrhée, douleur abdominale, céphalée, température, chute de tension, incapacitation. Après une **phase de latence, souvent cliniquement silencieuse**, la victime développera un SAI.



D'après : R.W. Young 1987, R.L. J.J.C Walker (Ed.), Military radiobiology, Academic press, New York (1987), pp. 165-190

- Le tableau clinique évolue vers celui d'une défaillance multi-organes radio-induite (moelle osseuse, système digestif, système neuro-vasculaire, système cutané). A ce tableau classique du SAI peuvent s'ajouter des atteintes pulmonaires, rénales et/ou oropharyngées.
- À partir d'un seuil de dose, plus la dose est élevée, plus la sévérité du SAI est importante et plus le SAI se manifestera rapidement, 1 jour à plusieurs semaines après irradiation.

| Dose (en Gy)              | 1                                 | 5 | 10 | 20 | 50 |
|---------------------------|-----------------------------------|---|----|----|----|
| Peau                      | [Barre de couleur orange à rouge] |   |    |    |    |
| Moelle osseuse            | [Barre de couleur rouge à noir]   |   |    |    |    |
| Tractus gastro-intestinal | [Barre de couleur verte à noir]   |   |    |    |    |
| Système neuro-vasculaire  | [Barre de couleur noire]          |   |    |    |    |

Source : IRSN

Un traitement est possible. Il est nécessaire d'évaluer la dose d'irradiation reçue et son impact potentiellement (reconstitution de dose).

En savoir plus : consulter le site internet de l'IRSN

→ [https://www.irsn.fr/FR/Larecherche/Actualites\\_Agenda/Actualites/Documents/BIPE-938.pdf](https://www.irsn.fr/FR/Larecherche/Actualites_Agenda/Actualites/Documents/BIPE-938.pdf)

→ et le document METREPOLE (Medical management of radiation accident-manual on the acute radiation syndrom) : [https://oparu.uni-ulm.de/xmlui/bitstream/handle/123456789/1650/vts\\_6891\\_9573.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://oparu.uni-ulm.de/xmlui/bitstream/handle/123456789/1650/vts_6891_9573.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

# 09 DOSIMÉTRIE EXTERNE DES VICTIMES IRRADIÉES

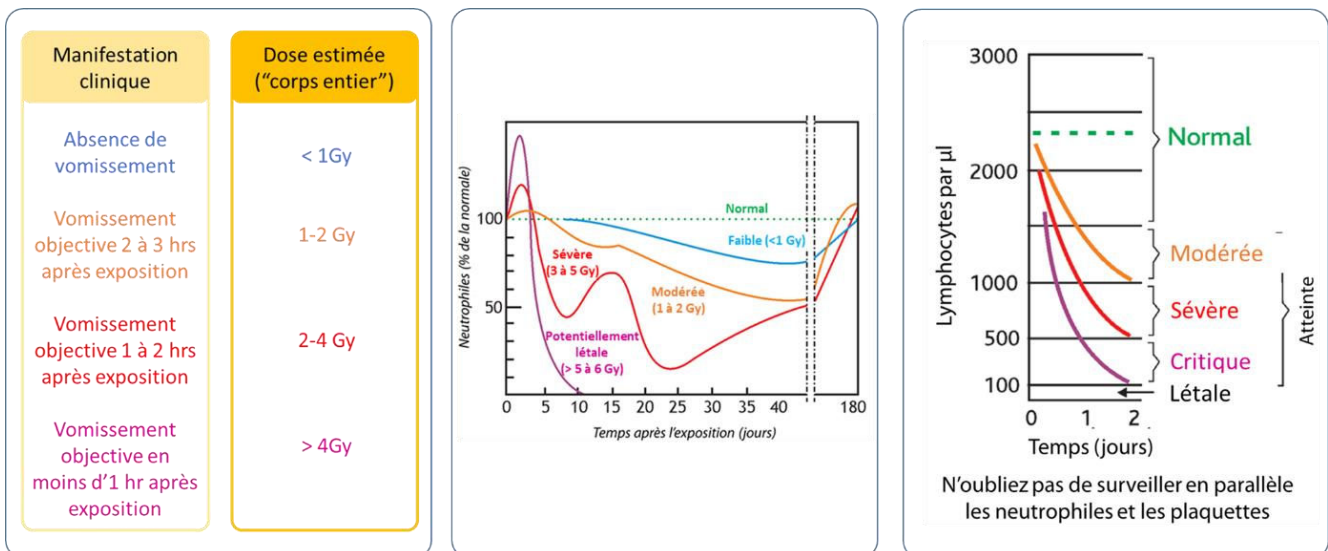
La connaissance de la dose reçue par une victime irradiée est indispensable pour sa prise en charge. En support de l'examen clinique, les dosimétries physique et biologique réalisées permettent de confirmer le diagnostic et d'assoir le pronostic relatif à la victime.

En situation d'accident, les victimes portent rarement un dosimètre individuel. La dosimétrie des victimes s'appuie en général sur un trépied : observations cliniques/dosimétrie biologique/dosimétrie physique/. Cette approche permet d'estimer la dose reçue par la victime (localement et au corps entier) ainsi que le volume corporel irradié à partir des effets possibles des rayonnements sur l'homme et la matière. Les résultats dosimétriques sont exprimés en gray car il s'agit le plus souvent de fortes doses.

L'ensemble de ces techniques sont réalisées par des laboratoires spécialisés.

## Dosimétrie clinique et biologique

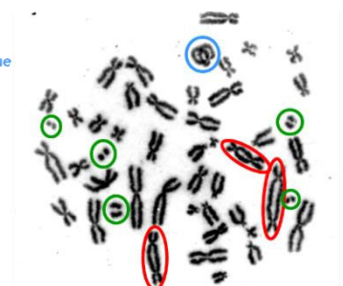
Une estimation de la dose peut également reposer sur l'examen clinique de la victime et l'observation de l'évolution des signes prodromaux (fréquence des vomissements, ...) et de l'hémogramme en particulier des leucocytes.



## Dosimétrie par analyse cytogénétique

Une mesure de la dose reçue par la victime est possible sur la base de l'observation des aberrations chromosomique en métaphase par des techniques cytogénétiques à partir d'un prélèvement sanguin mis en culture.

1 Anneau centrique  
3 Dicentriques  
5 Fragments



Source : IRSN

## Dosimétrie physique

Il s'agit de techniques indirectes d'estimation de la dose absorbée hors du corps humain.

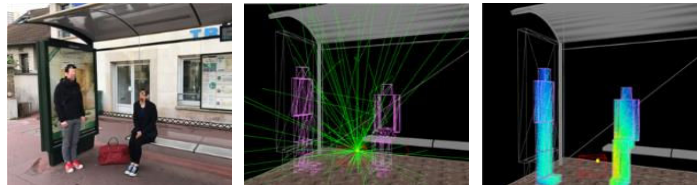
- **Reconstitution expérimentale de la dose**

Quand la situation le permet, la dose peut être reconstituée expérimentalement en utilisant des fantômes anthropomorphes constitués de matériaux équivalent-tissu de manière à bien représenter l'anatomie humaine et les caractéristiques d'atténuation typiques du corps humain. Ces fantômes sont équipés de dosimètres et irradiés de façon à reproduire les circonstances de l'accident.



- **Reconstitution dosimétrique par simulation**

En fonction des circonstances et de la source de l'irradiation, une estimation de la dose reçue par la victime est possible grâce à des simulations réalisées à l'aide de codes de calcul associés à des modèles numériques du corps humain et une prise en compte des caractéristiques physiques de l'origine de l'irradiation.



Source IRSN

- **Dosimétrie physique basée sur la résonance paramagnétique électronique**

La technique de résonance paramagnétique électronique (RPE) permet de quantifier les radicaux libres générés par l'irradiation dans certains matériaux exposés. Une mesure de la dose reçue localement par la victime est possible sur des échantillons biologiques (biopsie d'émail dentaire, ongles, tissu osseux) et non biologiques (verres d'écrans de téléphone portable, sucre, etc.).



- **Dosimétrie physique basée sur des techniques de luminescence**

Des techniques de dosimétrie basées sur les techniques de thermoluminescence (TL) et de luminescence stimulée optiquement (OSL) permettent de mesurer la dose reçue par certains éléments constituant des téléphones portables (composants électroniques et verres d'écrans en particulier).



Source : IRSN

**En savoir plus :** consulter le site internet de l'IRSN :

→ [https://www.irsn.fr/FR/Actualites\\_presse/Communiqués\\_et\\_dossiers\\_de\\_presse/Documents/IRSN\\_estimation\\_par\\_dosimetrie\\_physique\\_de\\_la\\_dose\\_recue\\_en\\_cas\\_d\\_accident\\_d\\_irradiation.pdf](https://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Communiqués_et_dossiers_de_presse/Documents/IRSN_estimation_par_dosimetrie_physique_de_la_dose_recue_en_cas_d_accident_d_irradiation.pdf)

→ [https://www.irsn.fr/FR/prestations\\_et\\_formations/Prestations/Dosimetrie\\_radioprotection/Documents/IRSN\\_f27.pdf](https://www.irsn.fr/FR/prestations_et_formations/Prestations/Dosimetrie_radioprotection/Documents/IRSN_f27.pdf)



# 10 PRISE EN CHARGE MÉDICALE DES VICTIMES IRRADIÉES

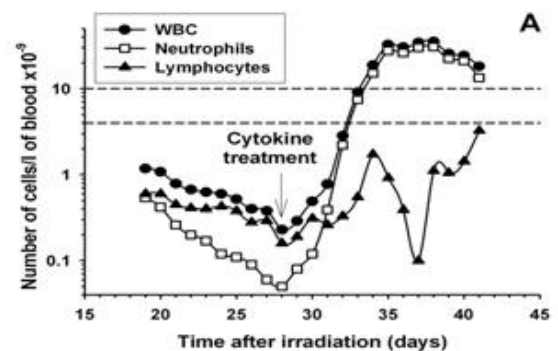
L'urgence médico-chirurgicale prime sur le traitement de l'exposition radiologique.

Une victime irradiée ne présente aucun risque pour les professionnels de santé en charge de ses soins.

La prise en charge d'une victime irradiée n'est pas une urgence médicale.

Les victimes les plus sévèrement irradiées seront orientées vers un plateau médico-chirurgical de référence pour la prise en charge des victimes NR (ESRR NR), disposant d'un service d'hématologie, de gastro-entérologie et de chirurgie plastique.

- Le traitement de référence proposé pour le **SAI sous sa forme hématologique** (grade sévère) est basé sur une thérapie de soutien par la stimulation de l'hématopoïèse résiduelle avec l'injection de facteurs de croissance (G-CSF, GM-CSF, agoniste TPO, agoniste EPO) et/ou thérapie de remplacement de la moelle osseuse lésée par une greffe de cellules souches hématopoïétiques (CD34+, cellules de la moelle osseuse, cellules de cordon). Les victimes en aplasie sévère nécessitent un séjour en chambre stérile et, si nécessaire, une décontamination intestinale et cutanée, et un traitement antibiotique.



Source : M. Benderitter et al. 2022, Rad Res

- À ce jour, il n'existe pas de traitement de référence pour le **SAI sous sa forme gastro-intestinale** (grade sévère). Des traitements palliatifs de support sont proposés.
- À ce jour, il n'existe pas de traitement de référence pour le **SAI sous sa forme neuro-vasculaire**. Des traitements palliatifs de support sont proposés.



Source : H. Igaki et al. 2008, J Radiat Res

- Le traitement de référence proposé pour le **SAI sous sa forme cutanée** – brûlure radiologique (grade sévère) est basé sur une chirurgie guidée par la dosimétrie avec une thérapie cellulaire par injection locale de cellules stromales mésenchymateuse comme traitement adjuvant.



Source : « The Radiological Accident in Ventanilla », IAEA

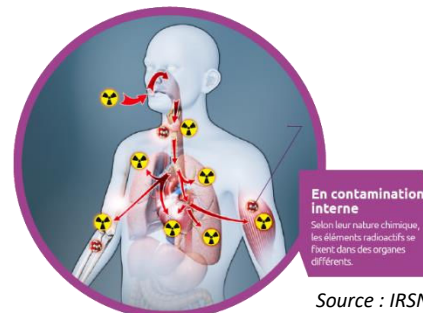
Ces traitements sont réalisés dans des établissements de santé de référence NR par des équipes multidisciplinaires.

# 11 CONTAMINATION INTERNE ET TOXICITÉ DES RADIONUCLÉIDES

La contamination interne fait suite à l'incorporation de particules radioactives constituées par des radionucléides dans l'organisme selon plusieurs modes (inhalation, ingestion, blessure).

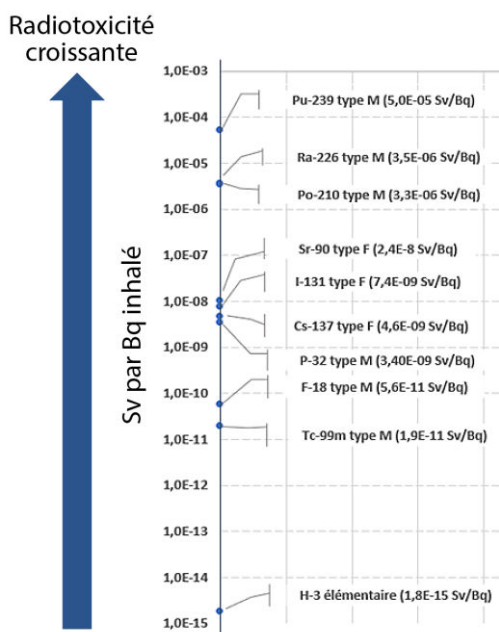
Quel que soit leur mode d'incorporation, les particules radioactives suivent un cheminement dans l'organisme qui dépend de :

- la voie d'entrée,
- des propriétés physico-chimiques des particules radioactives (volatilité, hydrosolubilité, ionisation, etc.),
- de leur tropisme pour un organe ou un tissu cible particulier,
- de leur mode d'excrétion ainsi que des paramètres propres à l'individu (notamment son âge et son état physiopathologique).



Après avoir pénétré dans l'organisme, tout ou partie des particules radioactives gagne via la circulation sanguine ou la circulation lymphatique un ou plusieurs compartiments de transfert ou de stockage au sein desquels elle subit éventuellement des modifications métaboliques avant d'être éliminée plus ou moins complètement et rapidement dans les urines et/ou les selles.

**Tout radionucléide présente une certaine radiotoxicité, c'est-à-dire une capacité à produire, du fait des rayonnements ionisants qu'il émet, des effets biologiques délétères en cas d'incorporation. Cette radiotoxicité est exprimée en sievert par becquerel (Sv/Bq) incorporé. Plus la dose délivrée par Bq incorporé est forte, plus la radiotoxicité est élevée.**



Échelle de radiotoxicité des radionucléides en cas de contamination interne par inhalation

La dose délivrée par un radionucléide incorporé, et donc sa radiotoxicité, est différente d'un radionucléide à un autre (cf. graphique ci-contre). Par exemple, la dose efficace reçue après avoir inhalé 1 Bq de plutonium 239 est environ 10 000 fois plus grande que pour celle délivrée par 1 Bq de césium 137.

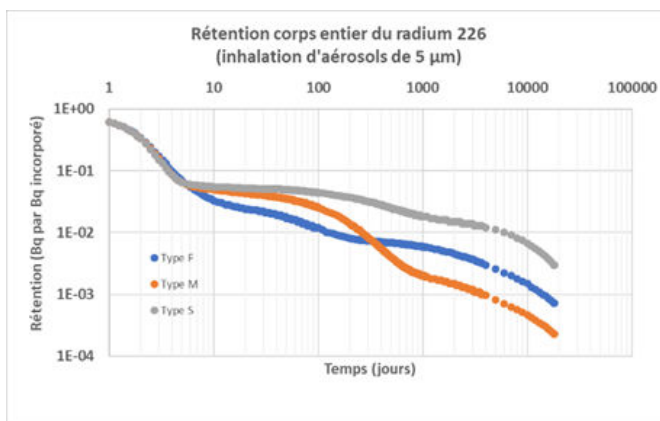
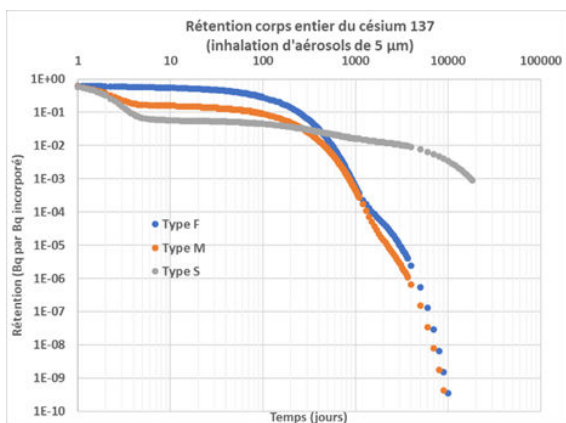
Certains radionucléides présentent une affinité biologique spécifique pour un organe ou un tissu, par exemple :

- les iodes radioactifs pour la thyroïde pour ;
- les isotopes du radium ou du strontium pour l'os (par analogie chimique avec le calcium) ;
- les isotopes du césium pour les muscles (par analogie chimique avec le potassium).

Par ailleurs, la voie d'incorporation peut être un facteur discriminant de radiotoxicité. Par exemple, le plutonium 239 est plus radiotoxique par voie d'inhalation (environ 400 fois plus) que par ingestion.

Le niveau de radiotoxicité d'un radionucléide dépend de ses caractéristiques physiques (période radioactive, activité massique et types de rayonnements émis) ainsi que de ses propriétés chimiques (forme chimique, solubilité, etc.), qui déterminent les lieux de fixation et les temps de séjour dans les tissus biologiques.

Pour exemple, les courbes ci-dessous montrent comment varient la rétention du césium 137 et celle du radium 226 en fonction du type d'absorption pulmonaire du composé inhalé (F : absorption rapide, M : absorption moyenne et S : absorption lente), paramètre qui dépend de la forme chimique du composé (par exemple un chlorure de césium 137 ou un nitrate de radium 226 sont de type F).



(Absorption pulmonaire rapide (Type F), moyenne (Type M) et lente (Type S)).  
(Figures réalisées à partir de « Electronic Annex OIR, CIPR, 2017-2018 »).

# 12 DOSIMÉTRIE DES VICTIMES PRÉSENTANT UNE CONTAMINATION RADIOACTIVE INTERNE

La prise en charge médicale d'une victime présentant une contamination interne nécessite d'évaluer la dose interne reçue par cette dernière à la suite de l'incorporation des particules radioactives notamment l'activité incorporée au moment où la personne s'est contaminée. Le calcul de cette activité incorporée repose sur des mesures de rétention, corps entier, pulmonaire ou thyroïdienne, fonction des sites préférentiels de fixation des radionucléides, et sur des mesures d'excrétion urinaire et fécale.

Différentes techniques de dosage peuvent être utilisées en fonction du type de radionucléide présent dans les particules radioactives.

- **Mesure de la rétention des radionucléides par anthroporadiométrie**

- La mesure anthroporadiométrique consiste à déterminer l'activité des radionucléides incorporés dans l'organisme en détectant les rayonnements X et gamma qu'ils émettent à l'extérieur. Ne nécessitant aucun prélèvement biologique, cette technique permet d'identifier le ou les radionucléides incriminés en fonction de l'énergie de leurs émissions, de quantifier l'activité retenue à un instant donné et d'estimer à partir de celle-ci l'incorporation initiale.
- Les principaux atouts de la mesure anthroporadiométrique tiennent en son caractère non invasif et en sa rapidité de mise en œuvre, cette technique ne requérant pas de préparation particulière des victimes à condition de disposer d'une installation spécifique à proximité. Il est cependant nécessaire que toute contamination externe soit préalablement éliminée par un déshabillage suivi si nécessaire d'une douche. Cette technique n'est toutefois utilisable que pour des radionucléides émetteurs de rayonnement X et gamma.



- **Mesure de l'excrétion des radionucléides par analyse radiotoxicologique**

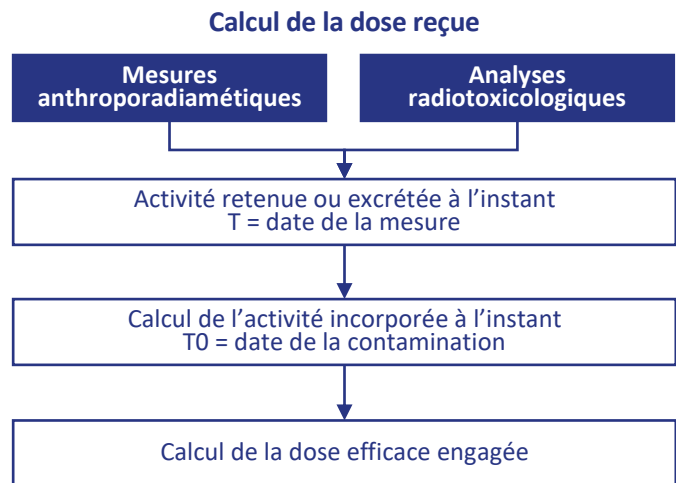
- L'analyse radiotoxicologique des excréta consiste à déterminer l'activité des radionucléides excrétés dans les urines et/ou dans les selles suite à l'incorporation de substances radioactives. Ces analyses permettent de mesurer tout type d'émissions radioactives (alpha, bêta et gamma) mais nécessitent la mise en œuvre d'une logistique beaucoup plus importante et incompatible avec la réalisation d'exams directs in situ. En effet, compte tenu des volumes d'échantillons nécessaires et afin de prendre en considération les fluctuations dans l'élimination quotidienne, elles requièrent des durées de recueil de 24 heures pour les urines et pouvant aller jusqu'à 3 jours pour les selles.



- **Calcul de la dose interne**

- La dose interne dépend du radionucléide, de la voie d'entrée, de la forme physico-chimique, du délai entre la mesure et l'incorporation, de l'âge de la personne mesurée.

Pour prendre en compte tous ces paramètres, on dispose de modèles biocinétiques et dosimétriques estimant la rétention et l'excrétion en fonction du temps ainsi que les coefficients de conversions entre l'activité incorporée et la dose.



*Le calcul de la dose nécessite de connaître le devenir des radionucléides dans l'organisme (modèles biocinétiques)*

*Source : IRSN*

**En savoir plus :** consulter le site internet de l'IRSN :

→ [https://www.irsn.fr/FR/prestations\\_et\\_formations/Prestations/Dosimetrie\\_radioprotection/Pages/Liste.aspx](https://www.irsn.fr/FR/prestations_et_formations/Prestations/Dosimetrie_radioprotection/Pages/Liste.aspx)

# 13 TRAITEMENT DE LA CONTAMINATION RADIOACTIVE INTERNE

En dehors de ces situations d'urgence, les victimes présentant une contamination externe font l'objet d'une décontamination externe d'urgence puis plus approfondie dans une structure de proximité.

Dans certaines conditions et pour certains radionucléides, il existe des possibilités médicamenteuses de désorption. Le traitement d'urgence par un antidote approprié sera mis en œuvre a priori, pour des victimes suspectées de contamination interne, dès lors que le ou les radionucléides contaminants potentiels ont été identifiés et cela au plus tôt, si possible dans les 2 heures qui suivent la contamination.

La poursuite - ou non - du traitement sur avis d'expert dépendra de l'importance de la contamination interne qui sera évaluée individuellement par les examens radio-toxicologiques et/ou anthropo-radiométriques adéquates (IRSN, Service de santé des armées, CEA, ORANO, EDF).

## PRINCIPAUX ANTIDOTES

### Bleu de Prusse (ferrocyanure ferrique) - Radiogardase® 500 mg, gélule

**Action pharmacologique** : diminution de la biodisponibilité par chélation de forte affinité dans le tube digestif avec blocage du cycle entérohépatique et élimination dans les selles.

**Indications** : Contamination interne (ingestion, inhalation, blessures) par le césium, le thallium et l'Indium.

**Posologie** :

- - Adulte et adolescent : 1 g, 3 fois par jour soit 3 g/jour
- - Enfant de 2 à 12 ans : 0,5 g, 3 fois par jour équivalent donc à 1,5 g / j
- - Enfant de moins de 2 ans : en l'absence de données, l'administration du Bleu de Prusse devra être évaluée au regard des risques encourus

**Contre-indications** : Hypersensibilité à la substance active ou à l'un des excipients.

### DTPA (Pentétate de calcium trisodique) - Ca-DTPA® Solution injectable IV – Ampoule (1g/4mL)

**Action pharmacologique** : Chélateur stable des ions métalliques ; élimination urinaire.

**Indications** : contaminations internes (ingestion, inhalation, blessures) : Américium, Californium, Cérium, Chrome, Cobalt, Curium, Erbium, Europium, Fer, Indium, Iridium, Lanthane, Lutétium ou lutécium, Manganèse, Mélange de produits de fission, Plutonium, Praséodyme, Prométhéum, Ruthénium, Samarium, Scandium, Thorium, Ytterbium, Yttrium, Zinc, Zirconium.

**Posologie** :

- Adulte et adolescent : injection intraveineuse lente ou perfusion en 15 minutes, d'une demi-ampoule de Ca-DTPA (soit 0,5 g) diluée dans 100 à 200 ml de sérum salé isotonique ou de sérum glucosé à 5 %, sans dépasser 1g/j.
- Enfant de moins de 12 ans : injection intraveineuse lente ou perfusion 14 mg/kg sans dépasser 0,5 g.
- Contamination pulmonaire : adulte et enfant (à utiliser avec précaution), réaliser en complément du traitement IV une nébulisation, 1 g par inhalation du nébulisat (dilution 50/50 dans eau stérile ou saline).
- Plaies contaminées : verser une à plusieurs ampoules sur la plaie en complément du traitement.

**Contre-indications** : Hypersensibilité à la substance active ou à l'un des excipients.

**En savoir plus** : consulter les fiches Piratome de l'ANSM : [https://archiveansm.integra.fr/Dossiers/Biotox-Piratox-Piratome/Fiches-Piratox-Piratome-de-prise-en-charge-therapeutique/\(offset\)/4](https://archiveansm.integra.fr/Dossiers/Biotox-Piratox-Piratome/Fiches-Piratox-Piratome-de-prise-en-charge-therapeutique/(offset)/4)

# 14 ACTIONS DE PROTECTION DE LA POPULATION EN CAS DE SITUATION D'URGENCE NUCLÉAIRE

En cas de menace ou de rejet radioactif se produisant sur une installation nucléaire en France, à l'occasion d'un transport, ou à l'étranger, la stratégie de protection des populations sur le territoire français vise à limiter la contamination ou l'irradiation des personnes. Les actions de protection doivent être engagées rapidement ; elles sont mises en œuvre sur décision du Gouvernement ou de son représentant sur le territoire concerné, voire en mode réflexe dans certains cas.



## Actions en phase d'urgence

En phase d'urgence, selon la nature et la cinétique des rejets constatés ou susceptibles de se produire dans un délai donné, et selon les conditions météorologiques, la stratégie de protection repose sur la combinaison et/ou le séquençage des principales mesures suivantes :



- **la mise à l'abri** dans un bâtiment : dans les cas où le rejet intervient rapidement et est de courte durée ;
- **l'évacuation**, en cas de rejets dont la cinétique est lente et/ou qui peuvent durer dans le temps, si possible avant que le rejet ne débute, ou tant qu'il est de faible intensité ;
- **la prise de comprimés d'iodure de potassium**, en cas de rejets d'iodes radioactifs uniquement ;
- **la restriction d'activités et de consommation de denrées alimentaires locales peuvent également être prises.**

Ces actions sont organisées dans le cadre de plans d'urgence : Plans particulier d'intervention, complétés des dispositions départementales ou zonales spécifiques (déclinaison territoriale du plan national de réponse à un accident nucléaire, plans ORSEC...).

## Critères de mise en œuvre des actions de protection

Les principales mesures de protection sont combinées ou prises de façon séquencée en tenant compte des prévisions de contamination ou d'irradiation de la population (en dose efficace et dose équivalente à la thyroïde) au regard des valeurs repères fixées par la réglementation :

- 10 mSv en dose efficace s'agissant de la mise à l'abri,
- 50 mSv en dose efficace s'agissant de l'évacuation,
- 0 mSv en dose équivalente à la thyroïde pour la prise de comprimés d'iodure de potassium.

Il est fixé un niveau de référence à 100 mSv en dose efficace reçue pendant la durée de la situation d'urgence radiologique, comprenant toutes voies d'exposition (exposition externe et exposition interne (inhalation, blessure...)).

## Prise de comprimés d'iodure de potassium 65 mg (iode stable)

Un accident sur une installation nucléaire peut engendrer, selon le type d'installation, un rejet contenant de l'iode radioactif. Lors d'une situation d'urgence radiologique liée à un rejet d'iode radioactif, la prise de comprimés d'iodure de potassium a pour objectif de limiter les risques d'apparition de cancers de la thyroïde à long terme. Ces risques sont potentiellement induits par la concentration d'iode radioactif dans cet organe, lors de la contamination de personnes par inhalation d'air contaminé. Le médicament va empêcher la thyroïde d'absorber l'iode radioactif rejeté dans l'environnement. **Il ne protège pas contre les impacts potentiels de la contamination à d'autres éléments radioactifs d'un rejet.**

- **Pourquoi prendre un comprimé d'iodure de potassium ?**

De l'iode stable (iodure de potassium, 65 mg) peut être administré afin de saturer les sites de fixation de l'iode dans la thyroïde avant ou rapidement après l'exposition aux rejets radioactifs et empêcher ainsi l'accumulation dans la glande thyroïde d'iode radioactif.



- **Quand doit-on prendre un comprimé d'iode ?**

Pour être efficaces, ces comprimés doivent être utilisés au bon moment, **quand les autorités compétentes recommandent de les prendre**. La protection de la thyroïde par l'iode stable est efficace lorsque l'ingestion des comprimés a lieu idéalement dans les quelques heures précédant la contamination ou à défaut le plus rapidement possible dans les premières heures après.


- **Quelles sont les personnes les plus à risque ?**

En cas de rejets radioactifs, les principales personnes à risque sont les nourrissons, les enfants ainsi que les femmes enceintes et les femmes allaitantes.

- **Quelles sont les conditions d'administration d'iode stable en France ?**

**Mode d'emploi**

Le comprimé se prend dissous dans une boisson (eau, lait, jus de fruits).



Les jeunes de moins de 18 ans et les femmes enceintes sont les plus sensibles, leur protection est prioritaire.

Le comprimé d'iode est un médicament : lisez attentivement la notice avant de l'absorber.

**Posologie**  
(pour les nouveaux comprimés d'iodure de potassium dosés à 65 mg)

| Tranche d'âge  | Dosage | Illustration |
|----------------|--------|--------------|
| 0 à 1 mois     | 1/4    | Bébé couché  |
| 1 mois à 3 ans | 1/2    | Enfant assis |
| 3 à 12 ans     | 1      | Enfant assis |
| plus de 12 ans | 2      | Adultes      |

Source : ASN



- **Actions en situation post-accidentelle**

**À la fin des rejets radioactifs**, les actions de protection visent à protéger la population contre les dépôts radioactifs dans l'environnement. La limitation de l'exposition des populations est recherchée en :

- éloignant les populations des zones les plus contaminées par des dépôts radioactifs ;
- restreignant certaines activités, dont les activités de plein air ;
- interdisant ou en restreignant la consommation des denrées alimentaires locales ;
- gérant la commercialisation des denrées produites dans les territoires impactés, ainsi que celles de matières premières ou de produits manufacturés, le plus tôt possible.

Ces actions sont gérées en regard des mesures de radioactivités réalisées dans l'environnement et des évaluations de doses susceptibles d'être reçues.

Le niveau de référence d'exposition d'une personne résultant de ces dépôts radioactifs est fixé dans la réglementation française à 20 mSv en dose efficace au cours de l'année qui suit la fin de la situation d'urgence radiologique.

Ce niveau de référence est réévalué chaque année après l'accident afin d'atteindre, à terme, 1 mSv en dose efficace sur une année, ajouté au niveau de radioactivité existant antérieurement à la situation d'urgence radiologique (en adéquation avec la réglementation française).

# 15

## RÔLE DU CONSEILLER EN RADIOPROTECTION (CRP) ET PROTECTION DES INTERVENANTS EN SITUATION D'URGENCE RADIOLOGIQUE

### Qu'est qu'un CRP ou une PCR ?

Dans chaque établissement de santé où un risque radiologique est identifié, le chef d'établissement doit avoir à ses côtés au moins un **conseiller en radioprotection (CRP)** pour l'aider à gérer le risque radiologique pour son personnel et le public, et l'impact potentiel sur l'environnement.

Ces CRP peuvent être les personnes compétentes en radioprotection (PCR) présentes dans certains services de l'établissement de santé (radiologie, radiothérapie, médecine nucléaire) pour des **activités de routine hospitalière** compte tenu de la présence de sources radioactives ou d'équipements émettant des rayonnements ionisants.

Dans le cas particulier d'une **situation d'urgence radiologique** conduisant à l'arrivée de blessés radio-contaminés dans un établissement de santé, le CRP a un rôle important de conseil, d'information du personnel, de mesures de la radioactivité, de distribution et d'aide à l'utilisation des dosimètres et des EPI adaptés, de réalisation de la décontamination de personnes ou de locaux, d'élaboration/vérification des procédures...

Le (les) CRP d'un établissement de santé doit être clairement identifié et associé le plus en amont possible pour la formation du personnel et dans les procédures mises en place pour la gestion d'une situation NR.

### Surveillance de routine de l'irradiation externe du personnel médical

**La surveillance de routine des professionnels de santé nécessite la mise en place d'une dosimétrie individuelle. Cette surveillance est réglementaire et concerne le personnel soignant utilisant des technologies médicales mettant en œuvre des rayonnements ionisants.**

Le dosimètre individuel est un dispositif permettant de mesurer l'exposition externe aux rayonnements ionisants, qu'il s'agisse d'une irradiation « corps entier », lorsque l'ambiance radiologique est considérée comme homogène, ou d'une irradiation des « extrémités » ou du cristallin lorsqu'une irradiation hétérogène conduit à exposer davantage les doigts ou les yeux. Le dosimètre peut être de deux types :

- un **dosimètre de référence dit « à lecture différée »** permettant une mesure de l'irradiation avec une lecture en temps différé. Le résultat fourni est le cumul de la dose sur la période de port du dosimètre. La période de port du dosimètre à lecture différée est fixée par l'employeur en fonction de la nature et du niveau de l'exposition ; elle ne doit pas dépasser 3 mois.
- un **dosimètre dit « opérationnel » (électronique)** permettant une mesure en temps réel de l'exposition et l'activation possible d'alarmes en cas de dépassement de seuils de dose ou de débit de dose prédéfinis. Le port de ce dosimètre ne se substitue pas à celui du dosimètre à lecture différée. Il est obligatoire pour les travailleurs intervenant en zone contrôlée. Plus généralement, il est également utile aux travailleurs pour optimiser leur exposition lors des opérations qu'ils réalisent.

## Protection des intervenants en situation d'urgence radiologique

Est un travailleur intervenant en situation d'urgence radiologique (SUR), tout travailleur à qui a été confiée l'une des actions suivantes :

- Prévenir ou réduire un risque lié à une telle situation ;
- Contribuer au maintien en fonctionnement d'une activité d'importance stratégique non interrompible.



**L'identification des intervenants avant la crise est une obligation de l'employeur et permet de classer les travailleurs dans deux catégories (voir encadré ci-dessous).**

### Intervenant du « premier groupe »

Lorsque la dose efficace liée à l'exposition est susceptible de dépasser 20 mSv durant la situation d'urgence radiologique, l'intervenant :

- Reçoit une information adaptée à la situation ;
- Confirme son accord pour l'intervention ;
- Dispose d'EPI adaptés ;
- Fait l'objet d'une surveillance dosimétrique individuelle (dosimètres passifs) ;
- Bénéficie d'un suivi de l'exposition externe au moyen d'un dosimètre opérationnel.

**Les pompiers CMIR sont affectés à ce groupe.**

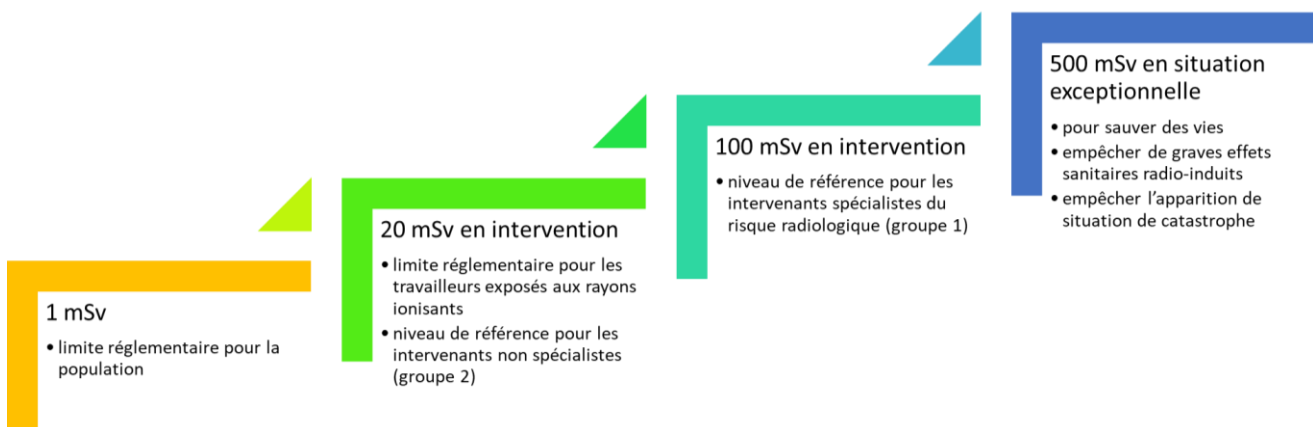
### Intervenant du « second groupe »

Lorsqu'il ne relève pas du premier groupe et que la dose efficace est susceptible de dépasser 1 mSv durant la situation d'urgence radiologique, l'intervenant :

- Reçoit une information adaptée à la situation
- Dispose d'EPI adaptés ;
- Fait l'objet d'une surveillance dosimétrique individuelle adaptée (ex : port d'un dosimètre opérationnel).

**Certains professionnels de santé (ex : les personnels des SMUR envoyés sur le lieu de l'événement) sont susceptibles de faire partie de ce groupe.**

Le **niveau de référence** (valeur au-dessous de laquelle l'employeur veille à maintenir l'exposition de ces intervenants en cas de survenu d'une situation d'urgence radiologique) est fixé à **100 mSv** pour la dose efficace susceptible d'être reçue par un travailleur intervenant en SUR. Dans des situations exceptionnelles, pour sauver des vies, empêcher de graves effets sanitaires radio-induits ou empêcher l'apparition de situations catastrophiques, le niveau de référence en SUR est fixé à **500 mSv**, pour une dose efficace résultant d'une exposition externe. La **dose efficace** totalisée sur la **vie entière** d'un travailleur intervenant en situation d'urgence radiologique ne doit en aucun cas dépasser **1 Sv**.



Niveaux de dose pouvant être reçues par les différents groupes d'intervenants

## Protection contre l'irradiation

Application des règles de base de la radioprotection : **limiter le temps** d'intervention, **se tenir le plus possible à distance** de la source **et interposer entre la source et l'individu un écran adapté** (= type de matériau et épaisseur, type de rayonnement) pour atténuer, voire arrêter le rayonnement sont des moyens simples à mettre en œuvre pour se protéger contre l'irradiation.

## Protection contre une contamination interne et externe

- **Port d'une tenue adaptée**

Le port d'une tenue adaptée permet de prévenir le risque de contamination corporelle et les transferts de contamination vers une zone propre :

→ Adapter sa tenue : combinaison, charlotte, gants, surbottes, lunettes.

- **Port d'un masque pour protéger les voies respiratoires**

Le port d'un masque permet de prévenir le risque d'inhalation. Il doit être adapté à la nature de la contamination en jeu :

→ En présence d'aérosols, un masque de type FFP2 (94% d'efficacité de filtration) ou FFP3 (99% d'efficacité de filtration))

→ En présence de vapeurs et les gaz, un masque à cartouche de charbon actif

Dans la très grande majorité des cas, le port d'un masque FFP2 par les professionnels de santé relevant du groupe 2 est suffisant. Le port du masque FFP3 est nécessaire pour les intervenants du groupe 1 (CMIR) dans le périmètre de l'évacuation, si la situation d'urgence est avérée. Une cartouche à charbon actif peut être nécessaire pour se protéger par exemple de l'iode élémentaire (I2) ou de vapeurs de mercure radioactif. Le port du masque doit par ailleurs prendre en compte les contraintes liées au travail et nécessite l'avis du médecin du travail.



- **Procédures ad-hoc de déshabillage**

À l'issue d'interventions susceptibles d'avoir conduit à une contamination de la tenue de protection, celle-ci est contrôlée à l'aide d'un radiamètre ou mieux d'un contaminamètre. En cas de contamination avérée (ou si le contrôle n'est pas possible), elle doit être enlevée en veillant à prévenir le risque de contamination de la peau et de muqueuses et de dispersion de la contamination. Les tenues contaminées sont évacuées vers la filière ad-hoc.

# INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

- **Retrouver des informations complémentaires** sur le site de l'IRSN : [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)
- **Une question, besoin d'un conseil ?**  
Contactez-nous sur notre boîte contact : [contact@irsn.fr](mailto:contact@irsn.fr)  
ou appelez le standard téléphonique : 01 58 35 88 88
- **En cas d'urgence radiologique**  
Astreinte IRSN 24h/24 : 06 07 31 56 63

## Crédits photos

**Couverture** : Guillaume Murat/Signatures/Médiathèque IRSN ; **Fiche 1** : Guillaume Murat/Signatures/Médiathèque IRSN - Grégoire Maisonneuve/Médiathèque IRSN ; **Fiche 5** : Sophie Brändström/Signatures/Médiathèque IRSN - Grégoire Maisonneuve/Médiathèque IRSN - Philippe Dureuil/Médiathèque IRSN - Stéphanie Clavelle/Médiathèque IRSN - Eric Thibaud/Médiathèque IRSN ; **Fiche 7** : Nedim Imré/Médiathèque IRSN - de « The radiological accident in Yanago », IAEA, ISBN 92-0-101500-3 - de « The radiological accident in Goiania », IAEA, ISBN 92-0-129088-8 ; **Fiche 9** : copyright IRSN - Francesco Acerbis/Médiathèque IRSN ; **Fiche 10** : de « The Radiological Accident in Ventanilla », IAEA, ISBN 978-92-0-106619-0 ; **Fiche 12** : Arnaud Bouissou/MEDDE/Médiathèque IRSN - Arnaud Bouissou/MEDDE/Médiathèque IRSN - Eric Thibaud/Médiathèque IRSN - Philippe Dureuil/Médiathèque IRSN ; **Fiche 14** : Guillaume Bression/Fabien Recoquillé/Médiathèque IRSN – copyright DGSCGC - Célia Goumard/Médiathèque IRSN ; **Fiche 15** : Florence Levillain/Signatures/Médiathèque IRSN - Florence Levillain/Signatures/Médiathèque IRSN.

**IRSN**

INSTITUT DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

31 av. de la division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses  
RCS Nanterre B 440 546 018

**COURRIER**

B.P 17 - 92260 Fontenay-aux-Roses

**TÉLÉPHONE**

+33 (0)1 58 35 88 88

**SITE INTERNET**

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

MEMBRE DE  
**ETSON**