

Accidents d'Exposition à la Radioactivité

Dr. Yves JOUCHOUX - Dr. Christophe BOYER
SAMU 80 - Centre Hospitalier Universitaire
Place Victor Pauchet 80054 AMIENS Cedex1

Introduction

A. Généralités

- 1 - Nature des rayonnements nucléaires
- 2 - Trajet des particules radioactives dans la matière
- 3 - Unités de mesure
- 4 - Action biologique des radiations
- 5 - Radioprotection

B. Accidents d'irradiation

- 1 - Les sources radioactives
- 2 - Les accidents d'irradiation

C. Effets cliniques et biologiques liés à une exposition aux rayonnements ionisants - Prise en charge thérapeutique

Introduction

- 1 - Irradiation externe aiguë globale
- 2 - Irradiation externe aiguë partielle (brûlure radio induite)
- 3 - Contamination externe
- 4 - Irradiation interne (contamination interne)

D. Gestion et communication lors des accidents d'irradiation

Bibliographie

La radioactivité, découverte majeure du XX^{ème} siècle et tristement célèbre pour son utilisation militaire, voit ses applications se multiplier dans les domaines civils. La production électrique, l'industrie, la biologie végétale, l'agronomie, la médecine ne sont que quelques-unes des utilisations quotidiennes et habituelles des rayonnements nucléaires. L'évolution de notre civilisation, la paix armée, la multiplication des sources civiles et leur banalisation industrielle rendent les risques d'incidents voire d'accidents de plus en plus réalistes, et ce malgré les mesures de prévention mises en œuvre. La compréhension et la connaissance des causes objectives, des effets induits, des possibilités de prévention et de traitement doivent être largement connues afin de mieux contribuer à informer les populations et limiter ainsi les paniques et les suspicions de culte du secret.

A - GENERALITES

1. Nature des rayonnements nucléaires :

Les atomes constituant la matière sont généralement stables. Certains cependant présentent une instabilité naturelle et se décomposent donc spontanément jusqu'à l'obtention d'un état stable. Chacune de ces transformations s'accompagne de l'émission de rayonnements radioactifs associés à une production d'énergie.

On distingue **trois types** de rayonnements :

Le rayonnement **alpha** (α) constitué par l'émission d'un noyau d'Hélium (2 protons + 2 neutrons). Il possède un fort pouvoir ionisant.

Le rayonnement β est le produit de la transformation dans le noyau soit d'un neutron en proton avec émission d'un électron e^- (émission β^-) soit d'un proton en neutron avec émission d'un anti-électron ou positron e^+ (émission β^+)

Son pouvoir ionisant est inférieur à celui de α .

Le rayonnement γ ou photon γ n'est pas issu d'une transmutation du noyau. Il s'agit d'un rayonnement de nature électromagnétique comme la lumière ou le rayonnement X. Son énergie est importante. Cette radioactivité se manifeste seule ou associée au rayonnement α ou β

2. Trajet des particules radioactives dans la matière :

L'émission de ces différents rayonnements s'accompagne de la production d'une grande énergie responsable de l'action sur les organismes vivants ;

Les rayonnements α et β sont directement ionisants et leur parcours très court dans l'air est de quelques cm pour α et de quelques m pour β . Dans l'eau α se propage de quelques microns et β de quelques mm.

Ils pénètrent peu la matière et sont peu dangereux par « irradiation externe » (**contamination externe**) mais leur dangerosité s'accroît de par leur fort pouvoir ionisant par « irradiation interne » (**contamination interne**) lorsqu'ils pénètrent l'organisme. Leur trajet est d'autant plus long que leur charge énergétique est importante.

Type de particule	Charge énergétique en MeV	Distance parcourue dans l'air en cm
α	1	0,5
	8	7,3
β	1	350
	8	3440

Parcours dans l'air en fonction de la charge énergétique

Le rayonnement γ peut traverser d'importantes épaisseurs de matière. Sa puissance de pénétration est énorme. Il peut parcourir des distances de 1 à 3 km et traverser tous les corps, solides (jusqu'à 40 cm de plomb), liquides ou gazeux. Il est très dangereux par **irradiation externe**. Pour s'en protéger, il est nécessaire d'utiliser des écrans de grande épaisseur (béton, acier)

En résumé :

Les rayonnements α et β sont responsables d'une contamination externe (pollution radioactive) et d'une radiocontamination interne plus péjorative.

Le rayonnement γ provoque une irradiation aigue générale ou localisée.

3. Unités de mesure :

Activité radioactive : lorsqu'un noyau se transforme par émission radioactive, on parle de désintégration. Cette activité mesurée est égale au nombre de désintégrations des atomes en 1 seconde. L'unité de mesure en est le **Becquerel (Bq)**

1 Bq = 1 désintégration d'un noyau d'atome par seconde

ancienne unité :

le Curie (Ci) = nombre de noyaux se désintégrant dans 1 gramme de radium par seconde

1 Ci = $3,7 \cdot 10^{10}$ Bq soit 37 milliards de désintégrations par seconde.

Cette mesure est effectuée par des détecteurs type « compteur Geiger-Müller » (1913) ou plus récemment par la « chambre à étincelles » ou la « chambre à fil » de G. Charpak.

Période radioactive :

Il s'agit du temps nécessaire pour que la moitié des atomes présents initialement soit désintégrée. On parle de demi-vie.

Cette période est très variable selon les éléments :

Polonium 214 = 1/10 000 s

Uranium 238 = 4,5 milliards d'années.

Dose absorbée :

La dose mesure la quantité de radiations reçues par l'organisme indépendamment des effets biologiques provoqués.

L'unité en est le **Gray (Gy)**

ancienne unité :

le Rad (1Gy = 100 Rad)

Equivalent de dose :

cette mesure tient compte des effets biologiques provoqués par le rayonnement en fonction du type de cellule, du degré d'exposition, de sa durée...

L'unité utilisée est exprimée en **Sievert (Sv)** ou plus couramment en Rem (Radiation Equivalent Man).

L'unité est obtenue en multipliant la dose absorbée (Rad) par le facteur qualité (FQ) et le facteur distribution (FD)

$$\mathbf{ED (Rem) = D (Rad) \times FQ \times FD}$$

FQ = 1 pour les photons et les électrons

FQ = 10 pour les particules α

FD = 1 pour les radionucléides répartis régulièrement dans l'organisme

FD = 5 pour les radionucléides répartis irrégulièrement dans l'organisme

4. Action biologique des radiations :

Suivant leur énergie, les rayonnements pénètrent plus ou moins l'organisme. Ils chassent les électrons périphériques de l'atome, entraînant la formation de « cations » ou de groupes d'atomes qui possèdent des électrons célibataires appelés « radicaux libres ».

La radioactivité portera dans un premier temps sur les molécules d'eau (constituant majoritaire de l'organisme humain). Une radiolyse de l'eau s'opère avec la formation de radicaux OH^* et H^* . Ces radicaux, très réactifs produisent des phénomènes de réduction et d'oxydation qui modifient la structure cellulaire : mutation de la molécule d'ADN, blocage de sa synthèse, blocage du cycle cellulaire à la phase précédant la mitose, voire la mort cellulaire. Le risque n'est cependant pas uniforme et dépend de la radiosensibilité de l'organe irradié. C'est ainsi que l'on définit une **dose efficace** qui tient compte de ces différences de sensibilité d'organe et définit pour le long terme, le risque d'apparition d'un cancer ou d'une leucémie dans l'organisme.

Les conséquences seront de deux types :

Effets somatiques qui affectent l'individu, et en particulier les organes hématopoïétiques, les muqueuses cutanées, l'intestin.

Effets génétiques qui affectent l'espèce avec des modifications du patrimoine génétique.

5. Radioprotection :

Compte tenu de ces différentes données, des règles élémentaires de radioprotection sont définies à l'usage tant des populations que des travailleurs du nucléaire :

- L'**éloignement de la source** de rayonnement car l'intensité des radiations diminue avec la distance
 - L'utilisation d'**écrans protecteurs** entre la source et les personnes
 - La **diminution de la durée** d'exposition
 - L'utilisation d'un **dosimètre** individuel qui mesure la quantité de rayonnements reçus pour les personnes exposées (industrie nucléaire, médecins...)
-

B - ACCIDENTS D'IRRADIATION

1. Les sources radioactives :

• La radioactivité naturelle :

L'exposition naturelle de l'être humain est d'environ **2mSv par an**. La principale source en est le Radon 222, gaz naturel radioactif absorbé par inhalation. Cette irradiation augmente dans les régions granitiques.

D'autres éléments naturels contribuent à nous soumettre à une irradiation externe (Uranium 238, Thorium 232...) ou interne (Potassium 40...).

Les rayonnements cosmiques participent également à l'irradiation externe naturelle avec un niveau plus élevé en montagne et 100 fois supérieur en avion.

• La radioactivité provoqué :

Les sources artificielles sont naturellement les plus nombreuses et pour une part d'entre elles insoupçonnées. La liste suivante ne prétend pas être exhaustive mais permet de donner une notion de la prolifération nucléaire et donc de la nécessaire connaissance des risques car le risque d'irradiation et/ ou de contamination reste de même nature.

- **Explosions et essais nucléaires** : retombées des essais aériens
- **Sources médicales** : radiothérapie et diagnostic
- **Centrales nucléaires** : production électrique
- **Centres de retraitement des déchets radioactifs** (La Hague en France)
- **Transport** des combustibles radioactifs
- **Radiographie industrielle**
 - gammagraphie: contrôle de soudures dans le cadre du génie civil, de l'aéronautique, industries du pétrole... Il s'agit d'appareils mobiles ou portables (sources de Cobalt 60 ou Iridium 192)
 - bétagraphie : contrôle des feuilles fines de plastique ou de papier
- **Jauges radio métriques** : il s'agit de jauges de niveau, d'épaisseur ou de densité utilisant des sources β ou γ
- **Traceurs radioactifs industriels** : utilisés pour les recherches de fuite de canalisations enterrées, pour les contrôles d'étanchéité, pour les mesures de débit ou d'usure... Ces traceurs sont des émetteurs β ou γ .
- **Techniques utilisant l'ionisation des gaz** : utilisées pour la détection des fumées, l'élimination de l'électricité statique...
- **Biologie végétale et radioagronomie** : application dans le domaine de la radiomutagenèse (résistance à des maladies, précocité de développement...), mais aussi pour augmenter la conservation des denrées, l'élimination des insectes nuisibles, le traitement antibactérien des aliments...
- **Applications pour l'étude des sous sols** : études géologiques, hydrologie, études des fonds maris et du devenir des polluants dans les estuaires...
- **Utilisations des réactions chimiques radio induites** (formation de radicaux

libres) : polymérisation (textile, caoutchouc...), consolidation d'objets précieux (par radiodurcissements de plastiques incorporés au cœur des matériaux), désinfection et destruction d'organismes vivants par irradiation (momie de Ramsès...)

2. Les accidents d'irradiation :

Les accidents ou « incidents » nucléaires, toujours regrettables ont permis d'observer, d'analyser et de prévoir l'impact environnemental de la prolifération nucléaire. Les événements cités (liste non limitative) ont valeur d'exemple.

Il faut distinguer deux types d'accidents : ceux impliquant potentiellement un grand nombre de personnes, et ceux d'impact limité.

• La radioactivité provoqué :

- Explosions nucléaires militaires :

- Nagasaki et Hiroshima à la fin de la seconde guerre mondiale : irradiation et contamination volontaire des populations
- Accident d'essai nucléaire sur les îles Marshal (1954) : populations contaminées
- Accident d'une cuve de stockage de déchets à Kyshtym (1957) : dissémination massive de produits contaminants –aucune évaluation officielle n'a été communiquée.

- Dispersion de sources radiothérapeutiques :

- Accident de Ciudad Juarez – Mexique (1983) : vol d'une source radiothérapeutique de Cobalt 60. Dissémination importante de billes après cisailage. Evaluation difficile.
- Accident de Goiânia – Brésil (1987) : abandon puis dispersion d'une source de Césium 137. A nécessité l'examen et la décontamination de 100 000 personnes.

- Accidents de centrale nucléaire

- Windscale – Grande Bretagne (1957)
- Three Mile Island – USA (1979)
Ces deux accidents n'auraient eu aucune conséquence sanitaire évaluable.
- Tchernobyl – Ukraine (1986) :
le premier accident majeur de l'industrie électronucléaire, marqué par 237 irradiés immédiats (31 décès), une contamination très importante locale, loco régionale et supra nationale. L'impact réel et définitif relève d'une difficile évaluation nationale et internationale.

• Accidents de portée limitée

- Accidents de réacteur ou sur matériel militaire (sous marins soviétiques) dits accidents de criticité

- Accidents médicaux liés à une mauvaise utilisation ou à des matériels défectueux
- Accidents industriels par dissémination des sources, négligence, faute ou utilisation défectueuse.

Ces incidents ont mis en cause un nombre limité de patients, victimes d'irradiation et/ou de contamination.

C - EFFETS CLINIQUES ET BIOLOGIQUES LIES A UNE EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS – PRISE EN CHARGE THERAPEUTIQUE

L'exposition de l'organisme à une source radioactive va provoquer des manifestations cliniques et biologiques précoces et tardives (effets non stochastiques), de même que des effets tératogènes et génétiques plus aléatoires (effets stochastiques). Nous n'envisagerons pas ici les conséquences périphériques induites par une explosion nucléaire (traumatismes, brûlures thermiques).

Il faut distinguer plusieurs modes d'atteinte (non indépendants) liés aux radiations :

- **Irradiation externe** globale ou partielle (émetteurs γ):

Secondaire à l'exposition à un champ de rayonnement

- **Contamination externe** (émetteurs α et β) :

Pollution radioactive superficielle. Les radioéléments présents sur les téguments irradient par les rayonnements ionisants qu'ils émettent

- **Irradiation interne par contamination interne** (émetteurs α , β et γ) :

Due à la pénétration dans l'organisme de radioéléments par inhalation, blessure, ingestion d'eau ou d'aliments contenant des corps radioactifs, ou par voie transcutanée .

1. Irradiation externe aiguë globale :

Il s'agit du classique tableau de syndrome aigu d'irradiation. Les signes sont d'autant plus précoces que la dose absorbée est élevée.

On ne parlera d'urgence thérapeutique que pour de fortes doses (>10Gy). Il est fondamental de s'appliquer à évaluer la dose reçue.

L'urgence est au diagnostic.

Une contamination peut être associée à l'irradiation

Il est important de bien faire comprendre qu'un irradié pur n'est pas dangereux et encore moins contagieux.

→ **Signes cliniques:**

Les signes évoluent en quatre phases :

Phase initiale : Elle se manifeste dans les premières heures. Sa précocité, sa qualité et son intensité sont de grande valeur diagnostique et pronostique.

Evaluation de la Dose Absorbée selon la précocité d'apparition des signes cliniques

Signes	DA	> 15 Gy	5 à 15 Gy	1 à 5 Gy	< 1Gy
	<i>T d'apparition</i>	<i>En quelques minutes</i>	<i>30 mn à 1 h</i>	<i>> 2h</i>	
Signes non spécifiques : nausées, vomissements, asthénie		+++	++	++	-
Signes digestifs : douleur abdominale, diarrhée. Hyperthermie		++	+	+/-	-
Signes cutanés : érythème douloureux		++	+	+/-	-
Signes neurologiques : obnubilation, désorientation, convulsion (œdème cérébral)		+	-	-	-
Signes de détresse circulatoire, troubles du rythme		+	+/-	-	-

DA = Dose absorbée en Gray (Gy)

- **Phase de latence :**

Il s'agit d'une période cliniquement asymptomatique au cours de laquelle les signes initiaux semblent s'amender. Elle est d'autant plus courte que la DA est importante.

- **Phase d'état :**

Cette période peut durer plusieurs semaines. Les pathologies observées sont similaires à celles de la phase initiale, et d'autant plus variées que la dose est importante. Pendant cette phase se manifestent les signes cliniques du déficit hématologique (sensibilité importante des organes hématopoïétiques aux radiations) avec une possible aplasie médullaire. Des signes digestifs (vomissements, diarrhée, hémorragie digestive), des signes respiratoires et infectieux sont observés pour des doses supérieures à 7 Gy.

- **Phase de rémission ou décès:**

Le décès peut survenir dans un tableau d'aplasie médullaire et d'infection, d'autant plus rapide que la dose absorbée est importante.

La dose létale 50 est évaluée à 4Gy avec un décès en 60 j en l'absence de traitement.

A l'opposé la reprise de l'activité hématopoïétique peut permettre une lente rémission.

Un tableau clinique optimiste ne préjuge en rien d'éventuelles complications tardives qui apparaissent sur le mode aléatoire:

- Taux de mortalité augmenté (décès plus précoces)

- Cataracte apparaissant entre 1 à 10 ans

- Cancers et leucémies radioinduits
- Mortalité in utéro (sensibilité maximale du 9^{ème} au 60^{ème} jour d'embryogenèse) augmentée
- Mortalité néo et post natale augmentée
- Malformations radioinduites (concernant surtout le système nerveux, l'œil et le squelette)
- Effets génétiques distants: le risque est potentiel mais n'a jusqu'alors pu être observé chez l'homme.

Ces effets tardifs sont indépendants de la dose, et se caractérisent par une latence longue (jusqu'à plusieurs dizaines d'années).

→ Signes paracliniques:

- Chute dose dépendante et précoce du taux de lymphocytes +++
(prélèvement précoce de sang sur EDTA)
- Pic granulocytaire entre 6 et 24 heures, puis décroissance
- Caryotype: relation entre le nombre d'aberrations chromosomiques et le caryotype +++
(prélèvement précoce de sang sur héparinate de lithium)

Autres examens :

- Electroencéphalogramme
- Typage HLA
- Analyse de l'hémostase
- Analyse dosimétrique individuelle
- Anthropogammamétrie
- Etude radio toxicologique des excréta

Urgent :

- Affirmer le diagnostic
- Evaluer la dose reçue
- Prélèvement sanguin (lymphocytes, caryotype)
- Typage HLA
- Aucune dangerosité pour les soignants

→ **Evolution hématologique:**

L'image instantanée et l'évolution hématologique permettent d'envisager le pronostic et de déterminer la stratégie thérapeutique.

DA évaluée	>15 Gy	8 - 15Gy	4 - 8 Gy	2 - 4 Gy	1 - 2 Gy	< 1Gy
<i>Dans les premières heures suivant l'irradiation</i>						
Lymphocytes /mm ³	<1000	<1000	<1000	<1000	1000 à 2000	2000
Lymphocytes % du taux initial	<50	<50	<50	<50	50 à 100	100
Polynucléaires augmentation du taux	+++ >400%	+++ >200%	++	+	-	-
<i>Dans les 3 à 4 premiers jours suivant l'irradiation</i>						
Lymphocytes /mm ³	<100	<200	<300	<500	<1200	>1200
Polynucléaires/mm ³	<1500	<1500	chute importante	chute modérée	chute inconstante	-

→ **Pronostic et modalités de prise en charge:**

La prise en charge des irradiés relève d'une stratégie de triage :

- Les patients les moins atteints peuvent bénéficier d'un suivi ambulatoire
- Les autres irradiés doivent être hospitalisés dans un service adapté

→ **Pronostic et modalités de prise en charge:**

La prise en charge des irradiés relève d'une stratégie de triage :

- Les patients les moins atteints peuvent bénéficier d'un suivi ambulatoire
- Les autres irradiés doivent être hospitalisés dans un service adapté

DA évaluée	Signes et pronostic	Prise en charge
< 1Gy	faible chute réversible des lymphocytes - bon pronostic	surveillance hématologique ambulatoire pas d'hospitalisation
1 à 2 Gy	signes cliniques dans les 6 heures - chute lymphocytaire précoce	hospitalisation
2 à 5 Gy	DL 50 / 60 jours = 4Gy signes cliniques dans les 2 heures – aplasie médullaire au 15 ^{ème} jour	hospitalisation en service spécialisé typage HLA
5 à 15 Gy	signes +++gastro intestinaux, respiratoires, neurologiques, hémato+++ (aplasie médullaire +++)	typage HLA hospitalisation en milieu stérile
> 15 Gy	doses supra létales	réanimation

2. Irradiation externe aiguë partielle (brûlure radio induite) :

L'irradiation partielle isolée peut être associée à une radio contamination. Elle ne met pas en jeu le pronostic vital du patient. Les radio brûlures sont secondaires soit à une exposition partielle au rayonnement γ , soit à une radio contamination par dépôts cutanés d'émetteurs α et β .

→ *Signes cliniques:*

Les lésions cutanées n'apparaissent qu'environ deux semaines après l'exposition. Elles sont la conséquence d'une atteinte de la membrane basale.

La gravité est fonction de la dose reçue :

DA	< 4Gy	4 à 5 Gy	5 à 12 Gy	12 – 20 Gy	> 20 Gy
Lésion	0	Erythème	Epidermite sèche	Epidermite exsudative	Nécrose

Il conviendra de faire la part entre une éventuelle brûlure thermique et une brûlure radioactive. La superficie sera évaluée. On considère qu'au-delà de 18% de surface corporelle atteinte, l'irradiation est globale.

L'évolution vers une reconstruction peut être longue et dépendante de l'atteinte initiale

→ *Explorations paracliniques:*

Un certain nombre d'examens permettent d'orienter le pronostic local et le traitement :

- Scintigraphie : modifications précoces de la micro circulation
- Thermographie : hyperthermie dans les territoires irradiés
- Résonance magnétique nucléaire : détection précoce des radiolésions
- Capillaroscopie : intérêt préopératoire et non urgent

→ *Modalités de prise en charge:*

- En cas d'irradiation externe, il n'y a aucune urgence thérapeutique ; la priorité doit être donnée au diagnostic dosimétrique.
- En cas de radio contamination externe, il convient de procéder à une décontamination associée à la recherche systématique d'une radio contamination interne par l'analyse des excréta et anthropogammamétrie.

Le traitement local vise malheureusement dans les cas les plus graves à tenter de sauver ce qui peut l'être, les brûlures irradiations localisées étant en général très délabrantes. Il est fait appel aux greffes et auto greffes cutanées, voire aux excrèses localisées de tissus condamnés. Il convient naturellement de préserver au maximum le pronostic fonctionnel.

3. Contamination externe :

Elle est secondaire au dépôt sur les téguments de substances radioactives.

Cette atteinte doit être rapidement prise en compte :

- Pour éliminer l'irradiation externe
- Pour limiter la diffusion de cette pollution
- Pour éviter une contamination interne

→ *Modalités de prise en charge:*

L'urgence est à la décontamination externe à effectuer par des personnels protégés.

- Déshabillage et stockage des effets personnels dans des sacs en plastique
- Lavage général à l'eau et au savon doux (douche) en protégeant les orifices naturels.
- Séchage
- Contrôle de la radioactivité résiduelle avec détecteurs.

L'urgence chirurgicale et la réanimation priment toujours sur la décontamination.

4. Irradiation interne (contamination interne):

L'irradiation interne par contamination interne est secondaire à la pénétration dans l'organisme de radio nucléides. Une irradiation externe peut lui être associée.

Cette irruption de substances radioactives dans le corps humain peut s'effectuer

- par inhalation de poussières lors d'une contamination externe
- par ingestion d'aliments contaminés
- par une blessure ou une brûlure contaminée

Après pénétration des particules radioactives dans l'organisme, la diffusion et la fixation sur les organes cibles sont très rapides. On distingue deux types de radioéléments selon leur **transférabilité** dans l'organisme :

- **Eléments transférables** : radioéléments qui franchissent facilement et rapidement les barrières biologiques. Ils possèdent des homologues chimiques dans l'organisme et s'accumulent dans des organes dits de dépôt ou cibles (thyroïde, foie, os...)
- **Eléments non transférables** : radioéléments sans équivalent chimique dans l'organisme. Ils s'accumulent au niveau des portes d'entrée de contamination;

leur élimination directe s'effectue par la voie fécale quelque soit le mode de pénétration .

→ **L'urgence :**

- Recherche des causes
- Investigations pour évaluer la dose
- Mise en œuvre d'une thérapeutique adaptée à l'élimination
- Procéder à la décontamination externe protégée

L'urgence médicochirurgicale prime toujours sur le traitement de la contamination interne.

→ **Enquête étiologique:**

Il s'agit d'identifier la nature et l'activité des radioéléments mis en cause.

- **Anthropogammamétrie** : mesure de l'activité des émetteurs γ
- **Prélèvements** à visée d'enquête radiotoxicologique :
 - Urine pendant 24 heures
 - Selles pendant 3 jours
 - Prélèvement sanguin
 - Prélèvement au niveau des orifices naturels

→ **Prise en charge thérapeutique:**

En l'absence d'autre urgence (médicochirurgicale), il est impératif d'engager la thérapeutique devant toute suspicion de contamination interne, avant même l'identification des radionucléides en cause. Les circonstances de l'accident pourront aider au choix des orientations thérapeutiques.

Il convient de traiter à la fois les **voies de pénétration** de la contamination, ainsi que les **volumes de diffusion** :

- **Plaies :**

Il est important de procéder au parage des plaies après nettoyage ou irrigation par du DTPA (*Diéthylène Triamine Penta Acétique*) en cas de contamination par le plutonium ou les transuraniens. Une injection intraveineuse de DTPA peut être pratiquée.

- **Appareil digestif :**

Afin de limiter l'irradiation gastro-intestinale, le traitement a pour objectif de diminuer l'absorption digestive des éléments ingérés et d'accélérer le transit intestinal. On utilise ainsi les alginate ou le Phosphalugel® pour insolubiliser le strontium, et le sulfate de magnésium comme accélérateur du transit.

- **Appareil respiratoire :**

Le DTPA en nébulisation est proposé comme chélateur des transuraniens et du plutonium. Un lavage pulmonaire peut être indiqué.

- **Volumes de diffusion :** complexation

• **Bleu de Prusse :** utilisé par voie orale lors des contaminations au césium (3 à 9 g/jour)

• **DTPA :** utilisé pour les contaminations par le plutonium et les transuraniens

• **Dilution isotopique** par ingestion d'eau : utilisé pour faciliter l'excrétion du tritium

• **Iode :** Afin de prévenir la saturation de la thyroïde par l'iode radioactif, on sature la glande par de l'iode stable. Cette thérapeutique préventive présente une efficacité maximale si elle est pratiquée dans les 6 heures précédant l'exposition, et dans les 3 heures suivant l'exposition.

Posologie :

Adulte et femmes enceintes : 100 mg d'iode stable /jour

Enfant (<12 ans) : 50 mg /jour

Nourrissons et enfants <2 ans : 25 mg/jour

(L'iode est proposé sous la forme d'iodure de potassium :

130mg IK = 100 mg d'iode stable)

Cette stratégie est la seule de nature réellement préventive et efficace, mais elle nécessite la mise en place d'un réseau de distribution opérationnel des doses d'iode stable.

Principaux radionucléides mis en cause et thérapeutiques :

Radioélément	Type d'émission	Cible	Thérapeutique
Tritium	β	Corps entier	Hydratation
Césium	$\beta \gamma$	Corps entier	Diurétiques
Iode	$\beta \gamma$	Thyroïde	Bleu de Prusse
Manganèse	γ	Os	Iodure de potassium
Fer	$\beta \gamma$	Rate	DTPA
Cobalt	$\beta \gamma$	Foie	DTPA
Plomb	$\beta \gamma$	Os	DTPA
Plutonium	α	Os	DTPA
Strontium	β	Os	Gluconate de Ca

D - GESTION ET COMMUNICATION LORS DES ACCIDENTS D'IRRADIATION

Les accidents liés à la production de radioactivité, nécessitent une parfaite connaissance des personnels soignants pour ce qui concerne la nature des rayonnements ionisants, leurs effets, les modalités de prise en charge et les possibilités thérapeutiques.

Des messages évidents doivent être diffusés :

- Un irradié pur n'est ni contagieux ni irradiant
- La décontamination externe est simple mais nécessite une grande rigueur.
- Il faut éviter de transformer une contamination externe en contamination interne
- Le traitement de l'urgence médico-chirurgicale prime sur les conséquences radio biologiques de l'accident nucléaire
- La prévention des atteintes thyroïdiennes par la diffusion d'iode stable est efficace mais doit être précoce

La population et les médias doivent être informés simplement, honnêtement et rapidement. La falsification des messages au grand public incite à la méfiance, cultive le sentiment du complot et favorise la panique.

En cas d'accident de grande ampleur, les autorités peuvent être amenées

- à diffuser des consignes de confinement
- à distribuer de l'iode stable
- à restreindre la consommation de certains aliments
- éventuellement à organiser l'évacuation des populations

La radioactivité reste aujourd'hui encore mal connue des soignants, et des populations. Il faut cependant prendre acte de son importance dans la chaîne économique mondiale. Les centrales nucléaires et les applications militaires génèrent leurs adeptes et leurs détracteurs. Mais il est naïf d'oublier la prolifération des applications de l'atome dans le tissu industriel. Informer et former peut contribuer à démystifier et à mieux prévenir les effets secondaires de cette technologie, qui, acceptée ou refusée, fait désormais partie de notre vie quotidienne.

BIBLIOGRAPHIE

Les effets biologiques d es rayonnements ionisants

M. BERTIN - EDF - Paris - 1991

Annals of the ICRP

CIPR - Publication 60 - 1991 - Volume 21, n° 1-3 - Pergamon Press (Oxford) - 1991

Risques d'irradiation

Le Concours Médical - Paris - 1991, supplément au n°22, 113

L'accident radiologique. L'homme blessé. Bases logistique, diagnostiques et thérapeutiques, de l'irradiation et de la contamination accidentelles

CRSSA, SPRA, Faculté de Médecine de Grenoble, CEA-IPSN / EDF - Colloque Grenoble (France), 10 - 12 avril 1995

Nucléaire et catastrophe

Colloque national de la Société Française de Médecine de Catastrophe - Colloque Toulouse - 9 décembre 1994 - Institut européen de télé-médecine - Hôpital Purpan - 1994

Traitement chirurgical des plaies radiocontaminées

R. DUCOUSSO - J.C. NENOT - C. PASQUIER - J. LAFUMA - CEA BIB 203 - CEN - (Saclay) - 1972

Effets tératogènes des rayonnements ionisants

EDF - Comité de radioprotection - Paris - 24 avril 1990

Le médecin face au risque nucléaire

Faculté de médecine - Bordeaux - 1989

Médecins et risque nucléaire

Faculté de Médecine de Grenoble, Ordre des médecins, SCPRI 4^{ème} éd - 1992

Bilan initial et surveillance d'une irradiation globale accidentelle

A. FLURY-HERARD - D. JULIEN - IPSN - Rapport DPS 87/02 - SHR - Fontenay aux Roses - 1987

Agriculture, environnement et nucléaire

FNSEA - Paris - 1991

Conséquences médicales de l'accident nucléaire de Tchernobyl

P. GALLE - R. GUIRAUD - Colloque Créteil 14-15 Mai 1987 - Faculté de Médecine - 1987

Accidents radiologiques - Conduite à tenir en cas de surexposition

H. JAMMET - R. LEGO - J. LAFUMA - R. FLURY-HERARD - C. LUCCIONI - J. PIECHOWSKI - J.C. NENOT - Organisation mondiale de la

santé - Centre International de collaboration en radiopathologie - Fontenay aux
Roses - 1984

Le médecin et le risque nucléaire

La revue du Praticien - 1995 - Supplément au n°6 du 15 mars 1995, 45

**Circulaire du 18/08/1992 relative à l'administration d'iode stable en cas
d'accident nucléaire**

Ministère de l'Intérieur et de la Sécurité publique - 1992

**Circulaire DGS/3A/E/1102 du 29 septembre 1987 relative à la surveillance
et traitement des malades irradiés**

Ministère de la solidarité, de la santé et de la protection sociale - 1987

**Note d'information sur la distribution d'iode stable à la population
exposée à l'iode radioactif en cas d'accident nucléaire**

Ministère de la Solidarité, de la Santé et de la Protection sociale - Direction
générale de la santé - Service central de protection contre les rayonnements
ionisants - - octobre 1989

Health risks of radon and other internally deposited alpha-emitters

National Academy of Sciences - National research Council Committee on the
biological Effects of ionizing Radiations - Washington National Academy of
Sciences - 1988

Radiobiologie - Radioprotection (Que sais-je?)

M. TUBIANA - M. BERTIN - Presses Universitaires de France (2^{ème} édition) -
1989

Les rayonnements ionisants

M. TUBIANA - H. JAMMET - M. BERTIN

Encyclopédie Médico Chirurgicale - Paris - 1985 - 19, 510 A10 9