

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

Evaluation de la dose équivalente au cristallin suite à des incidents de contamination oculaire en médecine nucléaire

C. Huet¹, I. Clairand¹, B. Aubert², C. Challeton-de Vathaire³, D. Célier²,
F. Queinnec⁴, A. Rannou⁵

¹PRP-HOM/SDE/LDRI

²PRP-HOM/SER/UEM

³PRP-HOM/SDI/LEDI

⁴PRP-HOM/SDE

⁵PRP-HOM/DIR

Contexte (1)

➤ Médecine nucléaire

- Utilisation de radionucléides à des fins de diagnostic ou de thérapie
- Administration au patient soit par injection via l'utilisation de seringues ou de cathéters soit par ingestion (gélules)
- Radionucléides les plus fréquemment utilisés:

Tc-99m, F-18, Tl-201, I-131, Y-90



Contexte (2)

➤ Missions d'expertises de l'IRSN

- Estimation de la dose reçue lors d'incidents radiologiques
- IRSN régulièrement sollicité par l'ASN ou les établissements hospitaliers pour des incidents survenant lors des phases de préparation ou d'injection des radiopharmaceutiques en médecine nucléaire
- Des projections de gouttelettes peuvent survenir, atteindre le visage et conduire à une exposition du cristallin

➤ Abaissement de la limite de dose au cristallin

- 21 avril 2011 (CIPR): 20 mSv par an en moyenne sur des périodes de 5 ans sans dépasser 50 mSv au cours d'une même année (limite de dose de 150 mSv actuellement)
- Prise en compte de cette révision dans le projet de nouvelle directive européenne relative à la radioprotection

Contexte (3)

➤ Mise en place d'un groupe de travail à l'IRSN

Objectif: établir une approche méthodologique pour le calcul de dose au cristallin en cas de contaminations oculaires en médecine nucléaire

➤ Actions entreprises:

- Recherche bibliographique concernant le devenir et notamment le temps de résidence d'une goutte étrangère dans l'œil
- Revue des moyens de décontamination
- Recherche sur la taille possible des gouttelettes produites lors des incidents de projection du radiopharmaceutique
- Evaluation de l'efficacité de la décontamination en termes de réduction d'activité
- Détermination, par une méthode Monte Carlo, de facteurs de dose équivalente au cristallin

Incidents en médecine nucléaire (1)

➤ Plusieurs déclarations d'ESR par an à l'ASN

▶ **Contamination d'un travailleur lors du transfert d'un produit radioactif ...**

Centre hospitalier universitaire de Toulouse (Hôpital de Rangueil)

L'Autorité de sûreté nucléaire a été informée le 26 mars 2010 de la contamination cutanée d'un agent du CHU de Toulouse survenue le 11 mars 2010 dans le service de médecine nucléaire de l'hôpital de Rangueil.

Publié le 16/04/2010 - Avis d'incident

▶ **Contamination d'un travailleur en médecine nucléaire au CHU d'Angers**

Le 22 septembre 2010, un travailleur du service de médecine nucléaire au CHU d'Angers a été contaminé au cours d'une opération de préparation d'un médicament à partir d'une solution contenant de l'iode 131 radioactif.

Publié le 20/01/2011 - Avis d'incident

▶ **Exposition accidentelle d'un travailleur en médecine nucléaire [...]**

Service Hospitalier Frédéric Joliot (SHFJ) du CEA - Orsay (91)

Le 23 novembre 2012, le CEA de Saclay a déclaré à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) un événement significatif de radioprotection survenu au sein du Service Hospitalier Frédéric Joliot. Ce site du CEA spécialisé en imagerie médicale cérébrale est installé à l'hôpital Général d'Orsay (91). Le 22 novembre 2012, l'alarme d'une balise de détection radiologique du centre de Saclay s'est déclenchée au passage d'un véhicule conduit par un radiochimiste du SHFJ radiocontaminé à la main.

Publié le 31/01/2013 - Avis d'incident

➤ Dans la majorité des cas, la contamination reste circonscrite au niveau des mains uniquement

Incidents en médecine nucléaire (2)

➤ Incidents entraînant une exposition du cristallin pour lesquels l'IRSN a réalisé une estimation de dose

Date	Radionucléide	Contexte
2007	Tl-201	<ul style="list-style-type: none">- Rupture de la connexion entre la tubulure du cathéter et la seringue- Contamination du visage et des mains
2009	F-18	<ul style="list-style-type: none">- Chute d'une seringue sur un chariot entraînant la séparation de l'aiguille- Contamination du visage
2012	Tc-99m	<ul style="list-style-type: none">- Projection lors du retrait de l'ensemble seringue et aiguille après injection- Contamination au niveau de l'œil droit

Résultats

➤ Recherche bibliographique sur le devenir d'une goutte

- Etalement de la goutte et dilution dans le liquide lacrymal
- Elimination avec le temps de renouvellement du liquide lacrymal
- Temps de résidence de l'ordre de 1 minute
- Tissus superficiels de l'œil peu perméables

➤ Revue des moyens de décontamination

- Méthode de référence : lavages oculaires à l'eau courante

Résultats

➤ Taille des gouttelettes

- Pas d'informations

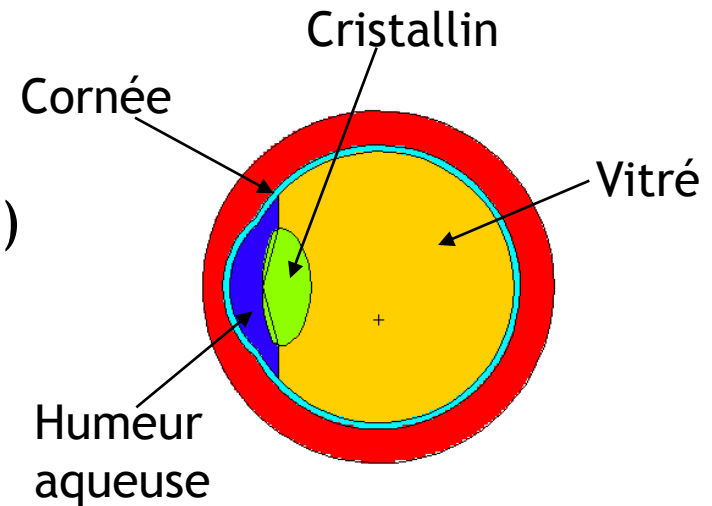
➤ Evaluation de l'efficacité de décontamination

- Analyse des incidents: contamination résiduelle après les lavages
- Vraisemblablement liée à une contamination de la peau proche de l'œil (paupière par exemple)
- Activité pouvant être réduite d'un facteur 5 par les lavages

Facteurs de dose - Modèle Monte Carlo

➤ Modèle d'œil

- Géométrie de Charles et Brown (1975)
- Adoptée dans la CIPR 89 (2002)
- Cristallin divisé en deux parties
 - Partie antérieure: zone où se situent les cellules radiosensibles
 - Partie postérieure



➤ Source

- Répartie de façon homogène sur un hémisphère
- Localisée au coin de l'œil

➤ Calcul des facteurs de dose pour les radionucléides suivants: F-18, Tc-99m, Y-90, Tl-201

Facteurs de dose - Résultats

- Peu sensible à la géométrie de la source si l'ensemble du cristallin est considéré
- Sensible à la géométrie de la source si seule la partie antérieure du cristallin est considérée
- Facteurs de dose équivalente au cristallin pour la source localisée au coin de l'œil

	F-18	Tc-99m	Y-90	Tl-201
Facteur de dose ($\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ pour 1 Bq)	$4,0\cdot 10^{-3}$	$3,4\cdot 10^{-4}$	$4,0\cdot 10^{-2}$	$2,3\cdot 10^{-4}$

Scénarios d'exposition retenus (1)

➤ Pas de mesures disponibles

- Goutte projetée dans l'œil
- Dilution avec liquide lacrymal et étalement dans le sac conjonctival
- Hypothèse sur la taille de la goutte (0,05 ml)
- Activité au niveau de l'œil déterminée à partir de la concentration du radiopharmaceutique et de la taille de la goutte
- Temps de résidence fixé à 1,3 minutes

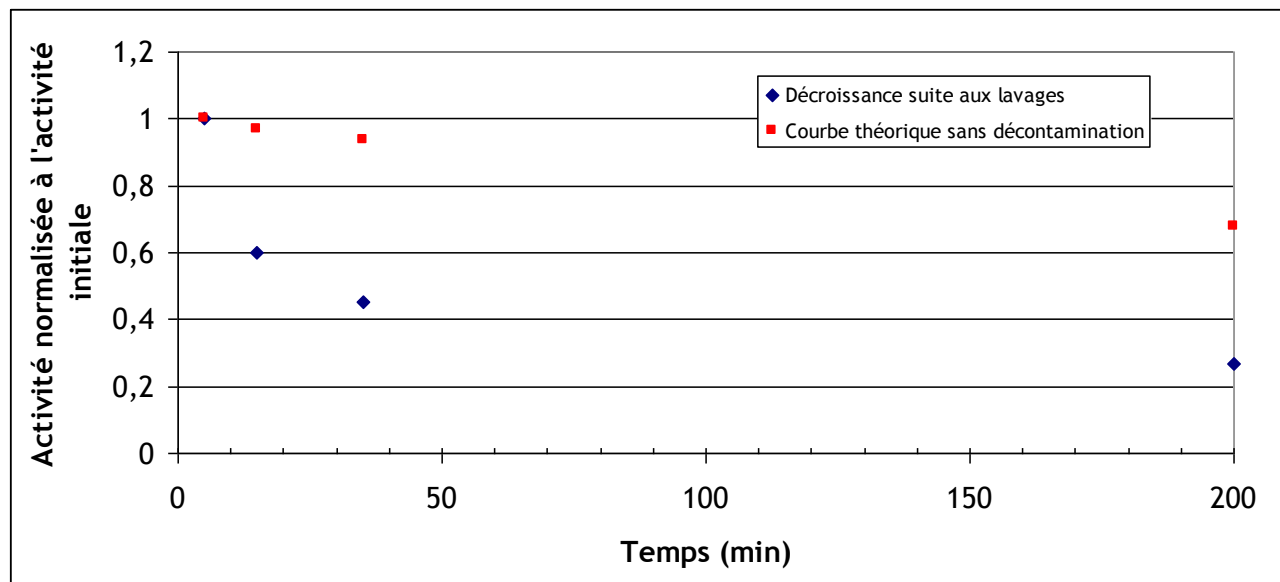
Scénarios d'exposition retenus (2)

➤ Mesures disponibles: possibilité d'affiner le scénario

■ Exemple: contamination au Tc-99m

■ Mesures de contamination réalisées immédiatement après contamination puis 15 min (4 lavages), 35 min (2 lavages) et 3h20 (trois lavages) après contamination

■ Dose au cristallin estimée à 7 mSv



Conclusion

- Mise en place d'une méthodologie
- Estimation de la dose équivalente au cristallin entachée d'une incertitude importante en l'absence de mesures
- Respecter les bonnes pratiques: port d'une blouse, de gants et de lunettes de protection
- **Recommandations en cas de contamination oculaire:**
 - En cas de suspicion, réaliser très rapidement un contrôle de contamination
 - Lavages répétés à l'eau de l'œil et du visage
 - Mesures de contamination (avant et après les différentes phases de décontamination) + localisation (gamma-caméra)

Merci de votre attention