

Guide pratique pour la réalisation des études dosimétriques de postes de travail présentant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants

15 mars 2007

L. Donadille, J.L. Rehel, J.M. Deligne, F. Queinnec, B. Aubert,
J.F. Bottollier Depois, I. Clairand, J.R. Jourdain, A. Rannou

5^{èmes} rencontres SFRP des personnes compétentes en radioprotection,
Rungis, les 15-16 mars 2007

1. Contexte et objectifs

- Le chef d'établissement doit procéder à une analyse des postes de travail vis-à-vis des conditions pouvant affecter la santé et la sécurité des travailleurs.
- L'étude **dosimétrique** de postes de travail constitue **l'un des éléments incontournables** de cette analyse lorsque les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à des rayonnements ionisants.
- Mais les modalités pratiques de sa réalisation ne sont pas explicitées.
- ➔ L'IRSN propose un **guide pratique** (recommandations et méthodologie pratique)
 - **Domaine couvert** :
 - ✓ Conditions normales de travail
 - ✓ Expositions externe et interne
 - **Cibles** :
 - ✓ Secteurs médical, industriel, recherche
 - ✓ PCR, physicien, chef d'établissement, sous-traitant, médecin du travail
 - **Diffusion prochaine** :
 - ✓ Sur www.irsn.org

2. Structure du document

1. Introduction générale

- ✓ Objectifs d'une étude dosimétrique de postes
- ✓ Cadre réglementaire et enjeux
- ✓ Sources et expositions
- ✓ Grandeurs dosimétriques
- ✓ Limites réglementaires annuelles et définition des zones de travail
- ✓ Moyens de mesure
- ✓ Outils de calcul pour l'exposition externe
- ✓ **Proposition d'une méthodologie générale**

2. Fiches spécifiques dédiées à des postes de travail particuliers

- ✓ Mise en application de l'approche méthodologique précédente
- ✓ Niveaux de dose indicatifs
 - **Fiche 1**: radiologie conventionnelle
 - **Fiche 2**: radiologie interventionnelle
 - Fiches en projet: scanographie, médecine nucléaire, radiothérapie externe,
...

3. Objectifs de l'étude de postes

Évaluer les doses susceptibles d'être délivrées au personnel, consécutives à des expositions externe et interne, dans des conditions normales de travail.

Fournit au chef d'établissement les éléments nécessaires pour :

- ✓ procéder à l'évaluation prévisionnelle des doses,
- ✓ appliquer les coefficients de dose adéquats en cas de risque d'inhalation ou d'ingestion de radionucléides,
- ✓ mettre en place et évaluer l'efficacité des consignes et des équipements de protection individuelle et collective,
- ✓ délimiter les zones de travail (ZA, ZS, ZC),
- ✓ déterminer le classement du personnel (NE, B, A),
- ✓ compléter la fiche d'exposition (surveillance médicale et fiche d'aptitude),
- ✓ adapter les techniques dosimétriques aux conditions d'exposition et définir les modalités de surveillance dosimétrique individuelle et d'ambiance,
- ✓ apporter les données nécessaires à l'optimisation de la radioprotection.

4. Moyens de mesure et outils de calcul

Moyens de mesure

- ✓ Doivent être **adaptés** à ce qui doit être mesuré (arrêté du 26 octobre 2005):
grandeur; nature, énergie, débit, homogénéité des rayonnements;
caractéristiques physico-chimiques des contaminants; effets de l'environnement;
répondre aux prescriptions des normes en vigueur; ...
- ✓ Prendre en compte leurs **incertitudes intrinsèques**
- ✓ Les utiliser dans des conditions de mesure comparables à celles de l'**étalonnage**
- ✓ Cas d'**émissions continues**: mesures en débit et/ou en dose intégrée
- ✓ Cas d'**émissions pulsées**: mesures en dose intégrée à privilégier,
éventuellement au moyen de dosimètres passifs
- ✓ Mesure de la **contamination surfacique**: voir les normes NF ISO 7503-1,2,3:1988.

Outils de calcul (pour l'exposition externe)

- ✓ Généralement une **affaire de spécialiste**
- ✓ **Loi en $1/d^2$** : très populaire en tant qu'outil d'extrapolation, mais **applicable pour les seuls photons et neutrons** et pour des configurations simples du poste de travail.
- ✓ Les résultats numériques doivent être **impérativement** comparés à des données mesurées.

5. Proposition de méthodologie (1/5)

1. Préparation de l'étude

Recueillir la plus grande quantité d'informations relatives au poste

- Installations (sources de rayonnements, dispositifs de protection collectifs)
- Tâches qui sont effectuées par le personnel

2. Évaluation des doses

Recueillir des informations quantitatives relatives aux tâches effectuées

3. Exploitation des résultats

- Dosimétrie prévisionnelle et classification du travailleur exposé
- Délimitation des zones de travail
- Optimisation de la radioprotection

5. Proposition de méthodologie (2/5)

1. Préparation de l'étude

- Identifier les **modes d'exposition** (externe, interne) et les **parties du corps ou organes exposés** (corps entier, extrémités, yeux),
 - choisir les **moyens de mesure** ou les **méthodes de calcul** adaptés,
 - définir le **protocole de l'étude**.
- ✓ **Installation(s)**
- Identifier les **sources de rayonnements** et leur géométrie,
 - caractériser les **champs de rayonnements** (nature, énergie, débit, orientation, ...),
 - identifier et caractériser la **contamination surfacique ou atmosphérique** existante ou potentielle,
 - déterminer les **paramètres d'utilisation** (pour un générateur électrique de rayonnements),
 - identifier les **dispositifs de protection collective**.
- ✓ **Tâches** (paramètres temps-distance-écran)
- Déterminer la **durée et la fréquence** des tâches,
 - relever les **positions, gestes et postures** des travailleurs,
 - identifier les **dispositifs de protection individuelle**.

5. Proposition de méthodologie (3/5)

2. Évaluation de la dose

- Dans des **conditions normales** de travail (fonctionnement normal).
- Par **mesure** et/ou **calcul**, mais aussi historique dosimétrique, littérature, études auprès de postes similaires.
- ✓ **Cartographie des débits d'équivalents de dose**
 - En des **points occupés par les travailleurs**
 - En divers points dans les locaux pour établir la **cartographie dosimétrique des locaux**
- ✓ **Niveaux de contamination**
 - **Contamination atmosphérique** (Bq.m^{-3}): à la position des travailleurs
 - **Contamination surfacique** (Bq.m^{-2}): pour toute surface susceptible d'être contaminée.
 - Difficulté: appliquer les **coefficients de remise en suspension dans l'air** (m^{-1}) adéquats.
- ✓ **Dose associée à chaque tâche**
 - La dose au poste de travail correspond à la somme des doses associées à chaque tâche.
 - En première approximation, **considérer les tâches contribuant *a priori* à l'essentiel de la dose**
 - **Exposition externe:**
 - **tâche statique:** des débits d'équivalents de dose
 - **tâche dynamique:** de la dose intégrée sur l'ensemble de la tâche
 - **Exposition interne:** l'inhalation est la voie la plus probable d'incorporation
(DPUI correspondante) x (**Activité volumique**) x (**Volume inhalé** $\sim 1.2 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ en moyenne)
(cf. arrêté du 1^{er} septembre 2003)

Des conditions anormales de travail plausibles peuvent également être considérées

5. Proposition de méthodologie (4/5)

3. Exploitation des résultats (1)

✓ Dosimétrie prévisionnelle et classification des travailleurs

- Pour chaque travailleur exposé, considérer **toutes les tâches** qu'il réalise,
- **pondérer la dose** associée à chaque tâche par la contribution relative de la tâche au temps de travail,
- **additionner** et **extrapoler** sur une base annuelle.
- Si Dose > 3/10 des limites réglementaires, alors Cat. A, sinon Cat. B.
- Mais introduire une **marge de sécurité**.

Limites annuelles pour les travailleurs (art. R. 231-76 et R. 231-77 du CT)

Grandeur de protection		Travailleur (mSv sur 12 mois)	Personne âgée de 16 à 18 ans (mSv sur 12 mois)	Femme enceinte (grossesse déclarée)	Femme allaitant
Dose efficace ^s		20	6	exposition de l'enfant à naître < 1 mSv	ne doit pas être soumise à un risque d'exposition interne
Dose équivalente ^s	mains, avant-bras, pieds et chevilles	500	150		
	peau [#]	500	150		
	cristallin	150	50		

^s Exposition externe et interne

[#] Applicable sur toute surface de 1 cm²

5. Proposition de méthodologie (5/5)

3. Exploitation des résultats (2)

✓ Délimitation des zones de travail

- Prend en compte les seuls **équipements de protection collective** (attention aux EPC mobiles).
- Les limites de doses (efficace et équivalente) correspondent aux doses susceptibles d'être reçues sur la base d'**au plus 1 heure de travail** (sauf zone attenante).
- Pour des **installations émettant des rayonnements de façon discontinue** (générateur X, irradiateur, accélérateur), les débits instantanés peuvent être pondérés par la durée d'émission réelle.
- L'**heure la plus pénalisante** (du point de vue des doses délivrées) doit être considérée.
- Débit d'équivalents de dose au corps entier: instructions techniques spécifiques en cours de rédaction.

Limites associées aux zone de travail (art. 5 et 7 de l'arrêté du 15 mai 2006)

Zone	Limite de dose efficace [§]	Limite de dose équivalente [#]	Débit d'équivalent de dose au corps entier	
Attenante (mSv par mois)	0,08			
Surveillée (mSv en une heure)	0,0075	0,2		
Contrôlée verte (mSv en une heure)	0,025	0,65		
Spécialement réglementée	contrôlée jaune (mSv en une heure)	2	50	2 mSv.h ⁻¹
	contrôlée orange (mSv en une heure)	100	2 500	100 mSv.h ⁻¹
Interdite, désignée rouge (mSv en une heure)	≥ 100	≥ 2 500	≥ 100 mSv.h ⁻¹	

[§] Exposition externe et interne

[#] Exposition externe des extrémités (mains, avant-bras, pieds, chevilles)

5. Proposition de méthodologie (5)

3. Exploitation des résultats (3)

✓ Optimisation de la radioprotection

Art. L. 1333-1 du CSP: « *Les doses délivrées liées à l'exposition aux rayonnements ionisants doivent être maintenues au niveau le plus faibles qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu de l'état des techniques, des facteurs économiques et sociaux et, le cas échéant, de l'objectif médical recherché.* » (repris en partie dans l'article R. 231-75 du CT)

- L'étude de postes permet :

- d'identifier les tâches contribuant à l'essentiel des doses,
- de mettre en œuvre les actions correctives.

- Actions fréquemment envisagées:

- réduction de la durée et/ou de la fréquence des tâches,
- amélioration des protocoles,
- utilisation d'EPC et/ou d'EPI mieux adaptés,
- optimisation paramètres des sources émettrices de rayonnements.

→ Étude de postes et optimisation doivent être menés conjointement en suivant une logique itérative.

6. Conclusion

- Le guide IRSN ne propose **qu'une** aide méthodologique pour:
 - ✓ classer les travailleurs exposés,
 - ✓ délimiter les zones de travail,
 - ✓ procéder à l'optimisation de la radioprotection.
- Il fournit de plus des rappels et des recommandations sur d'autres points.
- La **version 1** sera disponible prochainement sur le site www.irsn.org
- Elle a **vocation à évoluer** en fonction:
 - ✓ de la réglementation,
 - ✓ des fiches en projet (scanographie, médecine nucléaire, radiothérapie externe),
 - ✓ de vos retours.

Merci de votre attention.

4. Cadre réglementaire et enjeux

Pourquoi ?

- ✓ L'analyse des postes de travail est **imposée** par le décret n° 2003-296 du 31 mars 2003 (art. R.231-75 du Code du Travail)

Quand ?

- ✓ Avant la mise en service de tout nouveau poste
- ✓ De façon périodique
- ✓ À l'occasion de toute modification des conditions pouvant affecter la santé et la sécurité des travailleurs

Comment ?

- ✓ Évaluation des doses de rayonnements susceptibles d'être reçues aux postes de travail (par le chef d'établissement, s'appuyant en pratique sur la PCR).
- ✓ Évaluations fondées sur des mesures et/ou des calculs numériques.
- ✓ Données complémentaires: études réalisées auprès de postes similaires, historique dosimétrique (dosimétrie passive, opérationnelle, anthroporadiamétrie, radiotoxicologie).