



Division Radioprotection
www.str-rad.ch

Référence du document : L-07-01.doc
Établi le : 01.01.2018
Révision n° 7

Directive L-07-01

Mesures de radioprotection relatives à la construction des installations TEP

1. Base

Les applications de médecine nucléaire utilisant des nucléides TEP (tomographie par émission de positrons) posent des exigences élevées de radioprotection pour le personnel, les patients et l'environnement, car les faisceaux de photons émis lors de l'annihilation de positrons ont une énergie (environ 511 keV) nettement supérieure à l'énergie de désintégration des autres nucléides utilisés en médecine nucléaire (p. ex. 140,5 keV dans le cas du Tc-99m).

La présente directive expose les principales mesures (locaux nécessaires, exigences de construction, calcul de l'épaisseur du blindage, etc.) permettant de respecter les prescriptions légales en la matière.

2. Locaux pour les examens TEP

En principe, tous les locaux où l'on applique des substances radioactives non scellées ou dans lesquels il existe un risque élevé de contamination ou de débit de dose doivent être regroupés dans un secteur contrôlé. L'accès à ce secteur est réservé aux personnes professionnellement exposées aux radiations ainsi qu'aux patients soumis à des examens de médecine nucléaire. Les locaux doivent être équipés de sorte que les patients ne soient pas obligés de les quitter entre l'application du radiopharmaceutique et la fin de l'examen de médecine nucléaire. L'annexe 1 décrit les exigences de construction qui s'appliquent à chaque secteur de travail, c'est-à-dire le laboratoire, les salles d'application et d'examen ainsi que les locaux de stockage, les salles de repos pour les patients et les salles d'attente (voir également à ce propos l'annexe 5 de l'OUMR [1]).

3. Préparation et stockage des nucléides TEP

La préparation des produits radiopharmaceutiques en vue des applications TEP (remplissage de la seringue, sélection des paramètres de l'activimètre, etc.) doit être réalisée dans un laboratoire à isotopes en dehors de la salle d'application et de scanner. Des conteneurs blindés doivent être prévus pour le transport des seringues dans l'enceinte de l'entreprise. L'activité de F-18 ne doit pas dépasser 7 GBq (100 LA selon l'art. 81 ORaP [2]), dans le laboratoire de type C et peut atteindre 70 GBq (1000 LA selon l'art. 81 ORaP [2]) pour les travaux de portionnement simples à faible risque de contamination.

Pour le stockage (jusqu'à 10 000 LA selon l'art. 81 ORaP [2]), il faut garantir que les débits de dose ambiante autorisés selon l'annexe 2 OUMR [1] ne soient pas dépassés (voir également à ce propos la directive « Valeurs directrices pour les débits de dose ambiante » [3]). En outre, des mesures d'optimisation doivent être prises dans la mesure du possible. Lorsque les sources pour les applications TEP sont stockées à l'intérieur du secteur de travail, le lieu de stockage doit être blindé.

Le stockage ou le stockage intermédiaire des dispositifs d'application automatique doivent être tels que les débits de dose ambiante soient conformes à l'annexe 2 OUMR [1] et que le principe d'optimisation soit pris en compte. Les résidus se trouvant encore dans le dispositif après application peuvent conduire à des débits de dose ambiante non négligeables, ce dont il convient de tenir compte.

4. Calcul des blindages

Pour calculer les blindages, il faut tenir compte des activités effectuées, des distances par rapport aux secteurs d'accès, de la durée d'une éventuelle exposition des personnes, des débits de dose ambiante



Division Radioprotection
www.str-rad.ch

Référence du document : L-07-01.doc
Établi le : 01.01.2018
Révision n° 7

autorisés dans les pièces contigües et des paramètres spécifiques aux nucléides. Les scanners combinés TEP-CT doivent en outre respecter les paramètres de blindage contre le rayonnement parasite des tomodensitomètres, conformément à l'annexe 9 de l'ordonnance sur les installations radiologiques à usage médical (OrX) [4] ainsi que de la directive « Blindage MDCT » [5]. Dans le cas des installations fixes de tomodensitométrie, le local de commande est complètement séparé de la salle de radiologie et blindé jusqu'au plafond (art. 13 OrX [4]).

La méthode de calcul des blindages présentée ci-après est fondée sur la norme DIN 6844-3:2006-12 [6] ainsi que sur l'erratum 1:2007-05. D'autres méthodes peuvent être utilisées en accord avec l'autorité de surveillance.

4.1 Calcul du facteur d'atténuation (F)

Le facteur d'atténuation d'un blindage (F) correspond au rapport entre le débit de dose ambiante sans blindage et le débit de dose ambiante autorisé (H) avec le blindage correspondant. Il se calcule comme suit :

$$F = \frac{A \cdot h_{10} \cdot f_t}{10^{-3} \cdot H \cdot r^2}$$

où

A	[GBq]	activité manipulée (point 4.2)
r	[m]	distance entre la source radioactive et l'endroit à protéger (point 4.3)
f_t	[sans dimension]	facteur relatif au temps de séjour (point 4.4)
H	[μ Sv/h]	débit de dose ambiante maximal autorisé selon l'annexe 2 OUMR [1] et la directive « Valeurs directrices pour les débits de dose ambiante » [3]
h_{10}	[mSv/(h GBq)]	débit de dose équivalente ambiante à une distance de 1 m selon l'annexe 3, colonne 6, ORaP [2]

4.2 Activité manipulée (A)

L'activité exprimée en GBq, sur laquelle se base le calcul de l'épaisseur du blindage, se réfère à l'activité appliquée sur un patient pesant 70 kg. Conformément aux « NRD pour les examens de médecine nucléaire » [7], le niveau de référence diagnostique correspondant à cette situation est $A = 0,35$ GBq pour le F-18 FDG.

4.3 Distance (r)

Les distances pour le calcul des blindages résultent de la distance entre la source radioactive (patient) et le local contigu. Le point de référence de la source radioactive pour le calcul des distances se base sur le tableau suivant :



Division Radioprotection
www.str-rad.ch

Référence du document : L-07-01.doc
Établi le : 01.01.2018
Révision n° 7

Local	Position de la source radioactive	Remarques
Salle de scanner TEP	Au centre du TEP-CT-Gantry, à hauteur du lit du patient	La disposition du Gantry et du lit du patient doit être visible sur le plan de radioprotection.
Salle d'application Salle de repos du patient	Au centre et à la hauteur du lit ou de la chaise du patient	L'aire de positionnement du lit du patient doit figurer sur le plan de radioprotection. Les distances se réfèrent au point le plus proche de l'aire de positionnement indiquée.
WC pour les patients	Au centre de la pièce	
Salle de repos du patient	Endroit (chaise, banc, etc.)	

4.4 Facteur relatif à la période de séjour (f_t)

La période de séjour possible des patients dans les locaux du secteur contrôlé influe sur le blindage nécessaire par rapport aux secteurs contigus. On part du principe que durant la période de travail totale (40 h/semaine), des patients seront présents dans les salles d'application, de repos et de scanner. Comme les débits de dose ambiante autorisés (H) se basent sur une exposition pendant 40 heures de fonctionnement, un facteur relatif à la période de séjour $f_t = 1$ est appliqué aux locaux où séjournent les patients et, pour les toilettes destinées aux patients TEP, un facteur $f_t = 0,1$.

4.5 Effets de multiples sources radioactives sur un secteur à protéger

Si un secteur à protéger subit l'influence de plusieurs sources radioactives, il est nécessaire de tenir compte de la somme de toutes les sources pour le calcul des blindages. Un blindage supplémentaire peut s'avérer nécessaire en présence de diverses sources radioactives si celles-ci ne sont pas suffisamment affaiblies par des cloisons ou des distances éloignées.

4.6 Calcul de l'épaisseur du matériau (d) pour le blindage nécessaire

L'annexe 3 indique le facteur d'atténuation (F) pour les radionucléides correspondants et pour le matériau habituel de blindage en fonction de la densité de masse surfacique : $\rho \cdot d$ en g/cm² (DIN 6844.3 2006-12) [6]). L'épaisseur (d) en cm du blindage nécessaire s'obtient en divisant la valeur de l'abscisse par la densité (ρ) du matériel de blindage correspondant en g/cm³.

$$d = \frac{\text{densité par unité de surface}}{\text{épaisseur du matériau de blindage}}$$

Les courbes annotées par « béton normal » à l'annexe 3 sont valides pour le béton ayant une densité de 2,2 à 2,4 g/cm³ et, en tenant compte de la densité correspondante, même pour les murs de briques et autres bétons légers.

4.7 Densité des matériaux de construction

Pour calculer l'épaisseur des blindages, il faut tenir compte, en principe, de la densité des matériaux qui sont déclarés par l'architecte responsable ou indiqués sur les plans de construction. Si ceux-ci ne sont



Division Radioprotection
www.str-rad.ch

Référence du document : L-07-01.doc
Établi le : 01.01.2018
Révision n° 7

pas connus, les densités standard du tableau ci-dessous s'appliquent (voir également à ce propos l'ordonnance sur la radioprotection s'appliquant aux accélérateurs d'électrons utilisés à des fins médicales OrAc [8]) :

Matériau de construction	Densité [g/cm ³]
Plomb	11,3
Fer	7,8
Béton baryté	3,2
Béton	2,2

Matériau de construction	Densité [g/cm ³]
Calcaire arénacé	1,9
Brique	1,2
Plâtre	0,84
Terre	1,8

5. Références

- [1] Ordonnance du DFI sur l'utilisation des matières radioactives (OUMR, RS 814.554) du 26 avril 2017.
- [2] Ordonnance sur la radioprotection (ORaP, RS 814.501) du 26 avril 2017.
- [3] Directive L-07-04: Valeurs directrices pour les débits de dose ambiante lors de l'utilisation de matières radioactives, www.bag.admin.ch/rad-directives.
- [4] Ordonnance du DFI concernant la radioprotection applicable aux systèmes radiologiques à usage médical (OrX, SR 814.542.1) du 26 avril 2017.
- [5] Directive R-07-04: Calcul de l'épaisseur de blindage nécessaire pour les locaux avec un tomodensitomètre multi-barettes (MDCT), www.bag.admin.ch/str-wegleitungen.
- [6] Norm DIN 6844-3:2006-12, Nuklearmedizinische Betriebe - Teil 3: Strahlenschutzberechnungen.
- [7] Directive L-08-01: Niveaux de référence diagnostiques (NRD) en médecine nucléaire, www.bag.admin.ch/rad-directives.
- [8] Ordonnance du DFI sur la radioprotection s'appliquant aux accélérateurs de particules utilisés à des fins médicales (RS 814.501.513) du 26 avril 2017.
- [9] Directive L-07-02: Accès et signalisation des secteurs de travail, www.bag.admin.ch/rad-directives.



Division Radioprotection
www.str-rad.ch

Référence du document : L-07-01.doc
Établi le : 01.01.2018
Révision n° 7

Annexe 1 : Exigences relatives aux secteurs contrôlés pour les applications TEP

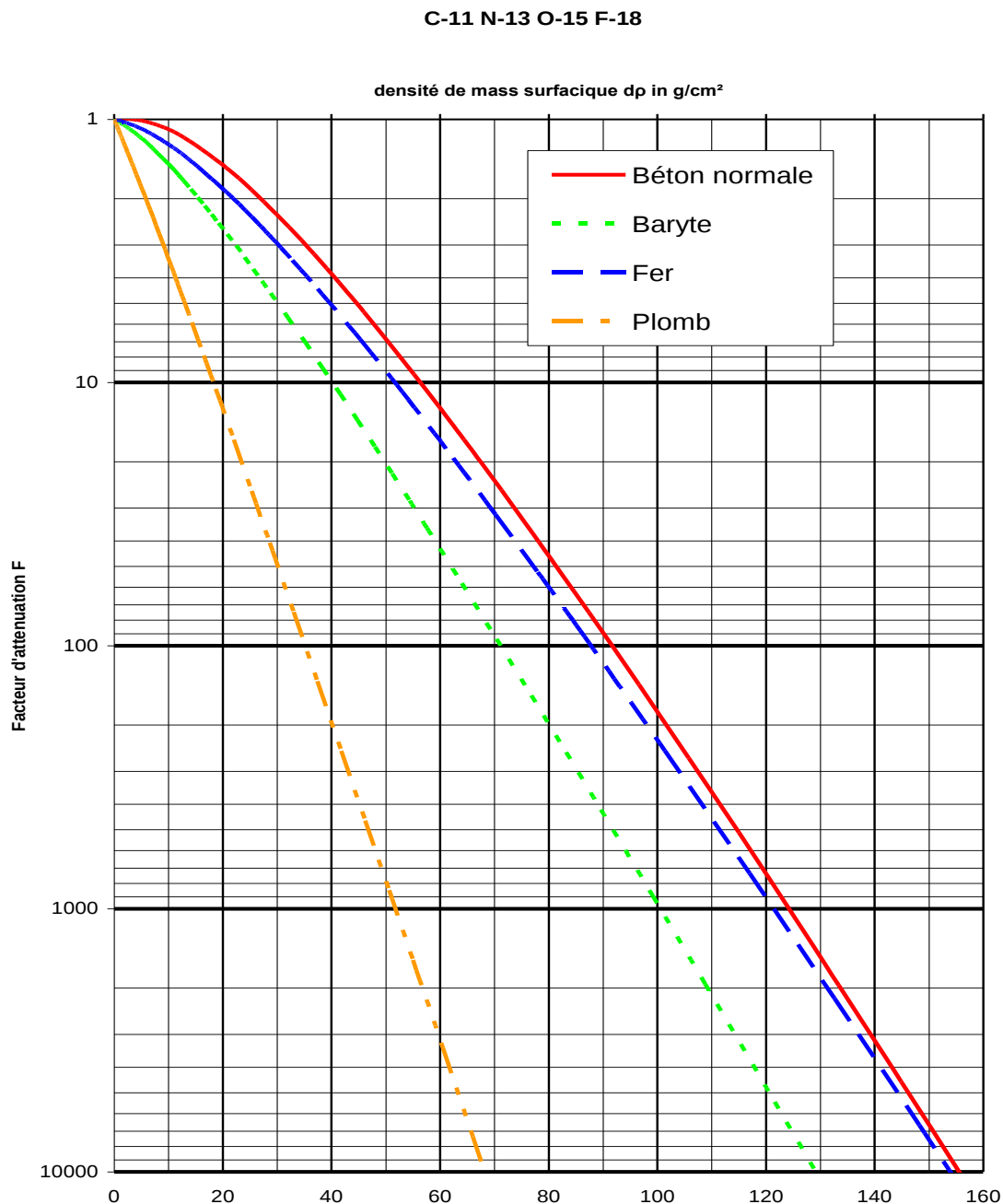
- Les secteurs de travail et de séjour ainsi que les salles d'examen, d'application, de repos et d'attente où le patient se trouve doivent être blindés. Pour contrôler les mesures de radioprotection, les demandes doivent comporter les plans de construction et de coupe ainsi que les calculs pour les blindages visés au point 4 de la présente directive.
- Les secteurs de travail doivent, en principe, répondre aux exigences de construction au sens de l'OUMR [1] (voir en particulier l'annexe 5).
- Ces locaux doivent porter les indications conformément à l'annexe 6 ORaP [2] ou à la directive « Signalisation des secteurs de travail » [9].
- Les salles de repos sont prévues uniquement pour les patients TEP et doivent être blindées par rapport aux autres locaux comme décrit au point 4 de la présente directive. Elles ne sont pas considérées comme des salles d'application, mais doivent être conçues de manière à être facilement décontaminées, le cas échéant.
- Des toilettes séparées pour les patients de la médecine nucléaire doivent se trouver dans le secteur contrôlé (voir art. 27 OUMR [1]). Il n'y a aucune exigence à satisfaire concernant l'évacuation de sécrétions.
- Un appareil de mesure de la contamination doit se trouver à la sortie du secteur de travail ou du secteur contrôlé (voir annexe 6 OUMR [1]).



Division Radioprotection
www.str-rad.ch

Référence du document : L-07-01.doc
Établi le : 01.01.2018
Révision n° 7

Annexe 2 : Courbe d'atténuation tirée de la norme DIN-6844-3: 2006-12 [6]

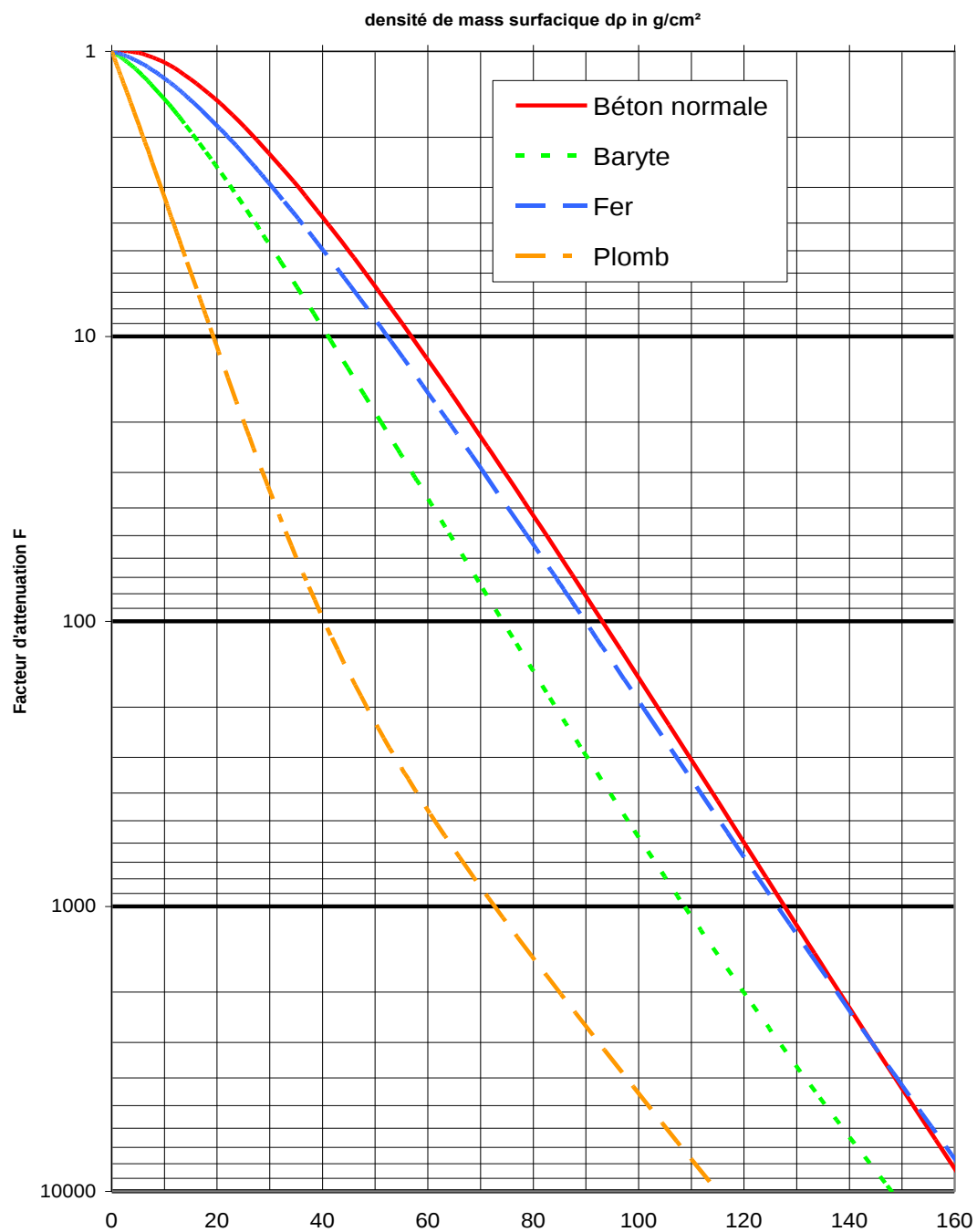




Division Radioprotection
www.str-rad.ch

Référence du document : L-07-01.doc
Établi le : 01.01.2018
Révision n° 7

Ga-68





Division Radioprotection
www.str-rad.ch

Référence du document : L-07-01.doc
Établi le : 01.01.2018
Révision n° 7

Rb-82m

