



RAPPORT N°313_A

**ETUDE DES REGLES ET PRATIQUES EN VIGUEUR
A L'ETRANGER EN MATIERE DE DELIMITATION
ET D'ACCES AUX ZONES REGLEMENTEES AU
TITRE DE LA RADIOPROTECTION**

RAPPORT FINAL

ANNEXES

C. SCHIEBER, P. CROÛAIL, L.-A. BELTRAMI, C. REAUD

Juin 2013

SIEGE SOCIAL ET ADMINISTRATIF :

Expansion 10 000 - 28 rue de la Redoute - F-92260 FONTENAY-AUX-ROSES
TEL : +33 1 55 52 19 20 FAX : +33 1 55 52 19 21
E-MAIL : sec@cepn.asso.fr WEB : <http://www.cepn.asso.fr/>

SOMMAIRE

FICHE PAYS - BELGIQUE	1
FICHE PAYS - ESPAGNE	17
FICHE PAYS - ETATS-UNIS	33
FICHE PAYS - FINLANDE	51
FICHE PAYS - ROYAUME-UNI	67
FICHE PAYS - SUEDE	111
FICHE PAYS - SUISSE	125

FICHE PAYS - BELGIQUE

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	3
2.	REGLES DE ZONAGE DANS LA REGLEMENTATION GENERALE	3
2.1.	Rôle et philosophie du zonage	3
2.2.	Types d'installations concernées par la réglementation	3
2.3.	Evaluation de la nature et de l'ampleur du risque avant classification	4
2.4.	Types de zones	5
2.5.	Caractéristiques des limites de zones	6
2.6.	Conditions d'accès dans les zones contrôlées	7
2.7.	Signalisation des zones	8
3.	REGLES DE ZONAGE EN INSTALLATIONS NUCLEAIRES	9
3.1.	Types de zone mises en places à la centrale nucléaire de Doel	9
3.2.	Caractéristiques des limites de zones à la centrale nucléaire de Doel	10
3.3.	Signalisation des zones mise en place à la centrale nucléaire de Doel	10
3.4.	Conditions d'accès dans les zones contrôlées : cas du centre d'études nucléaires de Mol	11
3.5.	Mesures spécifiques prises pour limiter le risque de contamination : cas de la centrale nucléaire de Doel	12
4.	REGLES DE ZONAGE DANS LE DOMAINE MEDICAL ET VETERINAIRE	12
4.1.	Caractéristiques des limites de zones	12
4.2.	Conditions d'accès dans les zones contrôlées dans le domaine médical et vétérinaire	14
4.3.	Mesures spécifiques prises pour limiter le risque de contamination en médecine nucléaire	14
4.4.	Signalisation	15
5.	REFERENCES	15

1. INTRODUCTION

La réglementation belge relative à la désignation de zones réglementées s'appuie sur l'Arrêté Royal du 20/07/01 portant règlement général de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants [1]. Cet arrêté concerne tous les secteurs d'activité.

Des informations fournies par la centrale nucléaire de Doel (procédure radioprotection [2] et échanges avec le responsable radioprotection du site) et le règlement de chantier du centre de recherche SCK-CEN [3] viennent compléter la description de la mise en œuvre pratique du zonage dans le secteur de l'industrie nucléaire et de la recherche.

Concernant le volet médical et vétérinaire, des éléments complémentaires ont pu être apporté par le rapport du Conseil Supérieur d'Hygiène n°7221 sur l'Assurance qualité et radioprotection en médecine nucléaire de décembre 2003 [4], le guide d'utilisation des rayons X à des fins médicales [5] et le guide de bonne pratique sur l'utilisation des rayons X en médecine vétérinaire [6].

2. REGLES DE ZONAGE DANS LA REGLEMENTATION GENERALE

2.1. Rôle et philosophie du zonage

La réglementation belge relative à la protection contre les rayonnements ionisants mentionne que les différents types de pratiques impliquant une exposition aux rayonnements ionisants doivent être justifiés par les avantages qu'ils procurent. Toute exposition, qu'elle concerne des personnes du public, des apprentis, des étudiants ou des personnes professionnellement exposées doivent être maintenues à un niveau aussi bas que raisonnablement possible, compte tenu des facteurs économiques et sociaux.

Concernant la définition même de la zone contrôlée, il est précisé qu'elle doit être mise en place dans un objectif de protection contre les rayonnements ionisants et de confinement de la contamination radioactive et son accès se doit d'être réglementé.

Chap. 1^{er} : Dispositions générales – Définitions

zone contrôlée : zone soumise à une réglementation spéciale pour des raisons de protection contre les rayonnements ionisants et de confinement de la contamination radioactive, et dont l'accès est réglementé; dans les établissements autorisés en vertu des dispositions du présent règlement, toute zone dans laquelle les trois dixièmes des limites de dose annuelle fixées pour les personnes professionnellement exposées sont susceptibles d'être dépassés doit constituer une zone contrôlée ou y être incluse;

zone surveillée : zone faisant l'objet d'une surveillance appropriée à des fins de protection contre les rayonnements ionisants ; dans les établissements autorisés en vertu des dispositions du présent règlement, toute zone dans laquelle un individu pourrait être soumis à une exposition susceptible d'entraîner des doses supérieures à l'une quelconque des limites de dose fixées pour les personnes du public et qui n'est pas considérée comme une zone contrôlée doit constituer une zone surveillée ou y être incluse.

2.2. Types d'installations concernées par la réglementation

L'Arrêté Royal du 20/07/01 fait référence à toutes les sources de rayonnements ionisants et à tous les secteurs d'activité.

2.3. Evaluation de la nature et de l'ampleur du risque avant classification

L'exploitant est tenu de créer un service de radioprotection, dont une des tâches est de délimiter et signaler les zones contrôlées. Sans qu'il soit fait mention explicite d'étude de poste, ce service est également en charge d'évaluer « l'intensité du rayonnement » et la nature des radiations, ainsi que de déterminer les contaminations radioactives et leurs caractéristiques.

Les contrôles et les évaluations faites par le service de radioprotection doivent être consignés dans des registres.

Arrêté Royal 20/07/01 – Chapitre III Protection Générale – Section II Contrôle Physique et médical

Article 23 Contrôle physique

23.1. L'exploitant, et par défaut le chef d'entreprise est tenu d'organiser un service de contrôle physique qui est chargé, d'une manière générale, de l'organisation et de la surveillance des mesures nécessaires pour assurer l'observation des dispositions du présent règlement, ainsi que des arrêtés et décisions de l'Agence, pris en application du présent règlement, concernant la sécurité et l'hygiène du travail, la sécurité et la salubrité du voisinage à l'exclusion des dispositions réservées au contrôle médical.

Ce contrôle comporte notamment:

1° la délimitation et la signalisation des zones contrôlées;

2° l'examen et le contrôle des dispositifs et des moyens de protection existants;

3° la proposition des moyens de protection complémentaires et de procédures appropriées que ce service juge nécessaires; il tiendra compte du principe de l'optimisation visé à l'article 20.1.1.1;

(...)

10° les déterminations suivantes:

a) la détermination de l'intensité du rayonnement et l'indication de la nature des radiations dans les endroits concernés;

b) la détermination des contaminations radioactives, l'indication de la nature des substances radioactives contaminantes, de leur activité, de leur concentration volumétrique et superficielle, de leur état physique et, si possible, de leur état chimique;

c) la détermination, en concertation avec le médecin agréé chargé de la surveillance médicale des travailleurs, y compris les travailleurs extérieurs:

– des doses individuelles, y compris les doses résultant d'expositions internes et celles dues aux expositions accidentelles, aux expositions accidentelles concertées et aux expositions d'urgences;

– des contaminations radioactives de personnes ayant entraîné des mesures de décontamination avec intervention médicale;

23.2. Les constatations et déterminations du service de contrôle physique sont consignées soit dans des registres dont les pages sont numérotées, soit sur des feuilles numérotées et rassemblées dans des fardes. Toutefois, celles reprises au point 10° c) de l'article 23.1 sont fournies directement au service chargé du contrôle médical. Cette transmission est immédiate en cas d'urgence. Les registres et fardes sont conservés pendant trente ans au siège de l'entreprise. En cas de cessation d'activité, l'entreprise transmet ces documents à l'Agence.

2.4. Types de zones

La réglementation Belge fait référence à deux types de zones : une zone contrôlée et une zone surveillée.

- **Zone contrôlée :** Zone soumise à une réglementation spéciale pour des raisons de protection contre les rayonnements ionisants et de confinement de la contamination radioactive, et dont l'accès est réglementé. Une zone contrôlée est une zone dans laquelle les 3/10^{ème} des limites de doses annuelles fixées pour les personnes professionnellement exposées sont susceptibles d'être dépassés.
- **Zone surveillée :** Une zone surveillée est une zone dans laquelle un individu pourrait être soumis à une exposition susceptible d'entraîner des doses supérieures à l'une des limites de dose fixées pour les personnes du public et qui n'est pas considérée comme une zone contrôlée.

Par ailleurs, il est fait mention au niveau de la signalisation des zones, de découpages de la zone contrôlée en fonction du débit de dose. Trois zones sont ainsi considérées :

- Débit de dose > 1 mSv/h : L'indication « Intensité de radiation très élevée » doit être apportée.
- Débit de dose > 0,2 mSv/h : L'indication « Intensité de radiation élevée » doit être apportée
- Débit de dose > 20 µSv/h : L'indication « Radiations ionisantes » doit être apportée:

Arrêté Royal 20/07/01 Chap. 1 Dispositions générales - Article 2 Définitions

Zone contrôlée

Zone soumise à une réglementation spéciale pour des raisons de protection contre les rayonnements ionisants et de confinement de la contamination radioactive, et dont l'accès est réglementé; dans les établissements autorisés en vertu des dispositions du présent règlement, toute zone dans laquelle les trois dixièmes des limites de dose annuelle fixées pour les personnes professionnellement exposées sont susceptibles d'être dépassés doit constituer une zone contrôlée ou y être incluse;

Zone surveillée

Zone faisant l'objet d'une surveillance appropriée à des fins de protection contre les rayonnements ionisants; dans les établissements autorisés en vertu des dispositions du présent règlement, toute zone dans laquelle un individu pourrait être soumis à une exposition susceptible d'entraîner des doses supérieures à l'une des limites de dose fixées pour les personnes du public et qui n'est pas considérée comme une zone contrôlée doit constituer une zone surveillée ou y être incluse;

Arrêté Royal 20/07/01 Chapitre III Protection Générale - Section I.re Normes de base concernant la protection contre l'exposition aux rayonnements ionisants - Article 20 Limitation des doses

20.1.3. Limites de dose pour les personnes professionnellement exposées

La limite de dose efficace pour les personnes professionnellement exposées est fixée à 20 millisievert par 12 mois consécutifs glissants.

Sous condition du respect de cette limite de dose, la limite de dose équivalente pour chacun des organes ou tissus individuels est fixée à 500 mSv par 12 mois consécutifs glissants.

- *La limite de dose équivalente pour le cristallin est fixée à 150 mSv par 12 mois consécutifs.*
- *La limite de dose équivalente pour la peau est fixée à 50 mSv par an en valeur moyenne pour toute surface de 1 cm² de peau quelle que soit la surface exposée.*
- *La limite de dose équivalente pour les mains, les avant-bras, les pieds et les chevilles est fixée à 500 mSv par 12 mois consécutifs glissants. »*

20.1.4 Limites de dose pour les personnes du public

Sans préjudice des dispositions de l'article 20.1.2, les limites de dose suivantes doivent être respectées pour les personnes du public:

- a) la limite de dose efficace pour les personnes du public est fixée à 1 millisievert par an;
- b) sous condition du respect de la limite fixée en a) ci-dessus:
- la limite de dose équivalente pour le cristallin est de 15 millisievert par an;
 - la limite de dose équivalente pour la peau est fixée à 50 millisievert par an en valeur moyenne pour toute surface de 1 cm² de peau, quelle que soit la surface exposée.

Arrêté Royal 20/07/01 Chapitre III Protection Générale – Section III Dispositifs et procédés généraux de protection – Article 31 Signaux d'avertissement, symboles et mentions

31.3 Sous le signal d'avertissement doivent figurer, inscrites de façon apparente et lisible, toutes les informations complémentaires destinées à avertir les personnes exposées des dangers qu'elles pourraient encourir. Les indications suivantes sont apportées :

- « Intensité de radiation très élevée » : Lorsque la dose susceptible d'être délivrée aux individus dépasse 1 mSv/h. En pareil cas, cette inscription, lorsqu'elle est apposée sur la porte d'accès d'un local, est doublée d'une signalisation acoustique et/ou visuelle sauf si l'accès est seulement possible avec la permission d'une personne compétente ou sous la surveillance du service de contrôle physique. Cette signalisation fonctionne en permanence ou se met en marche dès qu'une personne ouvre la porte d'accès du local ou y pénètre.
- « Intensité de radiation élevée » : lorsque la dose susceptible d'être délivrée aux individus dépasse habituellement 0,2 mSv par heure.
- « Radiations ionisantes » : lorsque la dose susceptible d'être délivrée aux individus dépasse habituellement 20 µSv par heure.
- « Danger de contamination radioactive » : lorsque des sources non scellées sont entreposées ou utilisées.

2.5. Caractéristiques des limites de zones

L'Arrêté Royal ne mentionne pas spécifiquement quelle forme doivent prendre les séparations entre les zones contrôlées, les zones surveillées et le reste de l'établissement.

Il précise uniquement que, en cas de risque de contamination dans certains types d'établissement (dont industrie nucléaire et milieu médical), un mur orbe ou un espace libre doit séparer les zones surveillées ou contrôlées de certains locaux tels que les réfectoires, salles de conférence, etc..

Par ailleurs, l'article (52.2) concernant les locaux dans le domaine médical précise qu'à l'extérieur des locaux utilisant des sources de rayonnement ionisants, la dose reçue en tout endroit accessible où des personnes peuvent séjourner ne doit pas excéder 0,02 mSv par semaine. Par ailleurs, les chambres d'hospitalisation de malades porteurs de sources doivent être conçues de façon à respecter une contrainte de dose de 0,5 mSv par personne et par an dans les pièces voisines (compte tenu de leur occupation). Enfin, il doit être prévu de pouvoir fermer à clef les locaux.

Arrêté Royal 20/07/01 Chapitre III Protection Générale – Section III Dispositifs et procédés généraux de protection – Article 29 Protection des locaux

29.4. Afin de réduire les risques de contamination, les zones contrôlées ou surveillées faisant partie d'un établissement de classe I ou d'un établissement de classe II et où sont mises en œuvre des sources non scellées, doivent être séparées, par un mur orbe ou un espace libre, des locaux suivants:

- a) les salles de conférences, de cours et de spectacles;
- b) les réfectoires, cuisines et tous autres endroits, où des denrées alimentaires sont conservées, entreposées et/ou consommées;
- c) tout local où est exercée une activité non indispensable, à cet endroit, au fonctionnement et à l'utilisation de l'établissement de classe I ou de classe II en question.

Si toutefois une communication doit exister entre ces deux types de locaux, celle-ci doit, au point de vue du risque de contamination, présenter une sécurité au moins équivalente à celle offerte par un espace libre.

Arrêté Royal 20/07/01 Chapitre VI Application de radiations ionisantes en médecine humaine et vétérinaire - Article 52 Dispositions générales concernant les établissements et les locaux

Art. 52.2. Locaux

Sans préjudice des dispositions du chapitre III, les locaux où les sources de radiations ionisantes et les installations radiologiques visées à l'article 50.2 sont détenues ou utilisées, répondent aux conditions suivantes:

1° à la surface extérieure des locaux, en tout endroit accessible où des personnes peuvent séjourner, la dose reçue ne peut atteindre 0,02 millisievert par semaine, dans les conditions habituelles de fonctionnement des installations;

2° les locaux doivent pouvoir être fermés à clé; toutefois, la sortie des locaux reste toujours possible;

3° à l'exclusion des cabinets dentaires où se trouve un appareil spécifiquement conçu pour la radiographie dentaire, le symbole de la radioactivité ainsi que les mentions prévues à l'article 31, figurent sur les portes;

4° les membres du personnel, ainsi que toute personne se trouvant dans le voisinage de l'utilisateur sont protégés au moyen des dispositifs et procédés prévus au chapitre III, section III. L'équipement de protection individuelle est disponible dans les locaux d'utilisation et de détention. Les mesures nécessaires sont prises pour éviter toute exposition inutile du patient, conformément aux dispositions des articles 51.1 et 51.2.

En ce qui concerne les chambres destinées à l'hospitalisation des malades porteurs de sources, les parois doivent permettre d'assurer, compte tenu du degré d'occupation des locaux, le respect d'une contrainte de dose de 0,5 millisievert par personne et par an, pour toute personne non professionnellement exposée occupée dans une pièce voisine, ainsi que pour tout malade occupant une chambre voisine (y compris pièces et chambres situés aux niveaux supérieurs et inférieurs), même en cas d'hospitalisation exceptionnellement longue.]

2.6. Conditions d'accès dans les zones contrôlées

L'article 30 de l'Arrêté Royal consacrée à la protection des personnes dans les zones contrôlées précise que toute personne entrant en zone contrôlée doit avoir l'autorisation nominative du chef d'entreprise (ou son délégué). Un registre nominatif des entrées doit être tenu, mis à part dans le domaine hospitalier. Cet article mentionne par ailleurs que des équipements de protection individuels doivent être portés et qu'une dosimétrie opérationnelle doit être mise en place.

A noter que cet article comporte également les mesures à prendre pour limiter les risques de dispersion de la contamination (interdiction de boire, manger, ... ; port d'équipements de protection individuelle appropriés, ...).

Arrêté Royal 20/07/01 Chapitre III Protection Générale – Section III Dispositifs et procédés généraux de protection – Article 30 Protection individuelle des personnes dans les zones contrôlées

30.1 Accès aux zones contrôlées

Il est interdit de pénétrer ou de séjourner dans les zones contrôlées sans autorisation nominative préalable du chef d'entreprise ou de son délégué. Cette autorisation ne peut être accordée sans raison de service ou d'ordre professionnel.

Les personnes admises dans ces zones sont inscrites dans un registre ad hoc avec mention de leur identité, et, le cas échéant, du but de leur visite

Les dispositions de l'alinéa précédent ne sont pas applicables aux établissements hospitaliers.

L'autorisation préalable du chef d'entreprise doit être accordée aux représentants des organismes agréés chargés des contrôles prévus au présent règlement. Elle n'est pas requise en ce qui concerne le personnel de l'Agence chargé de la surveillance. L'inscription de ceux-ci dans le registre précité ne peut en aucun cas constituer une entrave à l'accomplissement de leur mission.

30.2 Interdictions

Toute personne qui se trouve dans une zone contrôlée où existe un danger de contamination ne peut boire, manger, fumer ou utiliser des produits cosmétiques pendant la durée de sa présence dans cette zone. Il est interdit d'introduire dans ces zones des aliments ou boissons, du tabac, des sacs à main, des mouchoirs, des produits cosmétiques, des objets de toilette, des ustensiles pouvant servir à boire ou à manger.

30.3 Equipement de protection individuelle

Toute personne pénétrant dans une zone contrôlée doit être pourvue d'un équipement de protection individuelle approprié qu'elle doit quitter à la sortie.

Toute personne pénétrant dans une zone contrôlée d'un établissement de classe I ou II où sont manipulées des sources non scellées doit porter des vêtements de protection appropriés. (...)

Les vêtements de travail et le matériel de protection (gants, masques, ...) sont périodiquement contrôlés quant à leur efficacité et à leur niveau contamination (...) ils subissent les décontaminations appropriées.(...)

30.4.: Préposé à la surveillance pour les zones contrôlées

Le chef d'entreprise désigne pour chaque zone contrôlée un préposé chargé de veiller au respect des mesures de sécurité et au bon fonctionnement des dispositifs de protection. (...)

30.5 Mesures de sécurité

Toute personne admise dans une zone contrôlée qui néglige ou refuse de se soumettre aux mesures réglementaires ou aux prescriptions de la protection ou encore aux ordres du préposé à la surveillance doit être écartée de cette zone. (...)

30.6. Mesure des doses

L'exploitant d'un établissement soumis à autorisation en vertu du chapitre II ou soumis aux prescriptions réglementaires applicables aux activités professionnelles en application de l'article 9.3 doit veiller à ce que la dosimétrie prévue au présent article soit assurée et il en assure les frais.

Toute personne professionnellement exposée doit porter un dosimètre à hauteur de la poitrine sauf en cas d'exposition exclusive à des émetteurs bêta de faible énergie (< 200 keV), auquel cas un monitoring adéquat sera réalisé.(...)

Tout visiteur ou travailleur admis dans une zone contrôlée doit porter les mêmes dosimètres que les travailleurs occupés dans cette zone. (...)

2.7. Signalisation des zones

Un trisecteur doit figurer à chaque entrée de toute zone contrôlée. Par ailleurs, ainsi que mentionné dans le § 2.4., des indications complémentaires doivent être indiquées en fonction du niveau de débit de dose de la zone contrôlée (l'article est reproduit dans ce même §).

Ces indications s'appliquent aussi dans le domaine médical (voir article 52.2 cité dans le §2.5 ;) à l'exception cabinets dentaires où se trouve un appareil spécifiquement conçu pour la radiographie dentaire.

Arrêté Royal 20/07/01 Chapitre III Protection Générale – Section III Dispositifs et procédés généraux de protection –Article 31 Signaux d'avertissement, symboles et mentions

31.1. Le signal d'avertissement pour les rayonnements ionisants dont l'utilisation est imposée par le présent règlement correspond au signal d'avertissement pour les matières radioactives prévu dans l'arrêté royal du 17 juin 1997 concernant la signalisation de sécurité et de santé au travail et ses annexes.

Les dimensions du signal d'avertissement peuvent varier selon l'endroit ou l'objet à signaler.

En ce qui concerne le symbole, qui se trouve dans le signal d'avertissement, les proportions définies par le schéma ci-après, sont respectées.

31.2. Le signal d'avertissement doit figurer:

a) à chaque entrée de toute zone contrôlée;

b) sur les portes d'accès des locaux où sont mises en œuvre, stockées ou détenues une ou des substances radioactives;

c) sur les récipients dans lesquels se trouvent des substances radioactives;

d) sur tout appareil émettant des radiations ionisantes, à l'exception des appareils susceptibles de faire ranger les établissements où ils sont détenus ou mis en œuvre parmi les établissements de classe IV visés par l'article 3.1.d), 1, 3 et 5.

3. REGLES DE ZONAGE EN INSTALLATIONS NUCLEAIRES

3.1. Types de zone mises en places à la centrale nucléaire de Doel

3.1.1. Classification selon un critère de débit de dose

La centrale nucléaire de Doel a défini son zonage sur la base d'un critère de débit de dose :

- Zone Surveillée (blanche) :

C'est une zone où la dose reçue est susceptible d'être supérieure à 1 mSv par an.

Au vu de la définition de la zone contrôlée, son débit de dose est inférieur à 3 µSv par heure.

- Zone contrôlée :

La limite basse de la zone contrôlée (3 µSv/h) a été définie en considérant une présence maximum de 2000 h par an pour un travailleur . Le respect de la réglementation donne ainsi :

$(3/10 \times 20 \text{ mSv}) / 2000 \text{ h} = 0,003 \text{ mSv/h}$.

La zone contrôlée est ensuite divisée en 5 sous-zones :

- Zone blanche : débit de dose $< 3 \text{ µSv/h}$ (bien que la limite basse de la zone contrôlée soit de 3 µSv par heure, de nombreux locaux situés dans la zone contrôlée ont un débit de dose inférieur à cette valeur. Ils sont signalés en blanc).
- Zone jaune : $3 \text{ µSv/h} \leq \text{débit de dose} < 20 \text{ µSv/h}$.
- Zone orange : $0,02 \text{ mSv/h} \leq \text{débit de dose} < 0,2 \text{ mSv/h}$.
- Zone violette : $0,2 \text{ mSv/h} \leq \text{débit de dose} < 1 \text{ mSv/h}$.
- Zone rouge : débit de dose $\geq 1 \text{ mSv/h}$.

Les valeurs de débits de dose retenus pour les seuils de chaque zone ont été fixées en considérant les indications de l'Arrêté Royal concernant la signalisation des zones contrôlées (voir 2.4.).

3.1.2. Classification selon un critère de contamination surfacique

Par ailleurs un classement est également réalisé en fonction de la contamination surfacique :

- Zone verte : contamination surfacique inférieure à $0,4 \text{ Bq/cm}^2 \beta / \gamma$
- Zone jaune : contamination surfacique comprise entre 0,4 et $400 \text{ Bq/cm}^2 \beta / \gamma$
A l'intérieur de cette zone des dispositions spéciales sont prises pour trois sous-zones :
 - $0,4 - 4 \text{ Bq/cm}^2 \beta / \gamma$
 - $4 - 40 \text{ Bq/cm}^2 \beta / \gamma$
 - $40 - 400 \text{ Bq/cm}^2 \beta / \gamma$
- Zone rouge : contamination surfacique supérieure à $400 \text{ Bq/cm}^2 \beta / \gamma$

3.2. Caractéristiques des limites de zones à la centrale nucléaire de Doel

Les zones rouges qui présentent un débit de dose compris entre 1 et 100 mSv sont fermées à clef (celle-ci est en possession du service radioprotection) et accessibles uniquement en présence d'un technicien radioprotection.

Les zones rouges qui présentent un débit de dose supérieur à 100 mSv sont fermées avec un double cadenas (une clef est détenue par le contremaître radioprotection, l'autre par le chef de quart de l'équipe de conduite).

Une barrière physique doit être mise en place dès que la contamination est supérieure à $0,4 \text{ Bq/cm}^2$ (ou si des travaux contaminants sont prévus) et pour chaque sous-zone de contamination.

3.3. Signalisation des zones mise en place à la centrale nucléaire de Doel

La centrale nucléaire de Doel applique la réglementation. Ainsi, les panneaux suivants sont indiqués en fonction des zones, en plus du trisecteur de la couleur correspondante :

- Zone blanche ($< 3 \mu\text{Sv/h}$) : « Zone Contrôlée».
- Zone jaune ($< 20 \mu\text{Sv/h}$) : « Zone Contrôlée».
- Zone orange ($< 0,2 \text{ mSv/h}$) : « Radiations ionisantes »
- Zone violette ($< 1 \text{ mSv/h}$) : « Intensité de radiation élevée »
- Zone rouge ($\geq 1 \text{ mSv/h}$) : « Intensité de radiation très élevée »

Par ailleurs, un panneau « entrée interdite » est ajouté à l'entrée des zones rouges.

Exemple de panneaux de signalisation :



Pour les zones contaminées sont indiquée, en plus de la barrière physique comportant le signalement de la couleur de la zone en fonction du niveau de contamination, un panneau spécifique montrant le type de protection individuelle à porter (photo et pictogramme) est affiché.

Exemple de signalétique concernant les tenues de protection :



3.4. Conditions d'accès dans les zones contrôlées : cas du centre d'études nucléaires de Mol

Le règlement de chantier du SCK-CEN comporte une section dédiée au Règlement général d'accès aux zones contrôlées d'application aux employeurs externes. Il rappelle ainsi que, conformément à l'arrêté Royal, les travailleurs extérieurs doivent avoir fait l'objet d'une visite médicale, doivent posséder les informations sur les particularités des travaux comportant une exposition aux rayonnements ionisants, et doivent avoir réussi un test de formation délivré par le centre.

SCK-CEN : 4.3. art. 2 :

« L'arrêté royal du 25 avril 1997 oblige les employeurs des firmes extérieures, dont les travailleurs effectuent des travaux dans des zones contrôlées d'installations nucléaires de classe I (exposition éventuelle aux radiations ionisantes), de faire passer un examen médical préalable auprès du service de Médecine du Travail de cet établissement »

« L'approbation médicale, qui constitue un élément essentiel de la procédure d'accès, est limitée à une période de 6 mois prenant cours à la date de l'analyse sanguine la plus récente »

SCK-CEN Art. 3 :

« Le travailleur externe est tenu de posséder des informations sur les particularités relatives aux activités comportant une exposition aux radiations ionisantes. Il doit par ailleurs être informé des consignes de sécurité » (notamment les moyens de protection individuelle à utiliser).

La formation préalable est évaluée par un test. « Un résultat d'au moins 70% doit être obtenu pour avoir accès au domaine technique du SCK-CEN afin d'y effectuer des travaux »

SCK-CEN Art. 4 :

Dans le cas de l'exécution des travaux du SCK-CEN par des tiers, seul le « personnel disposant de la formation technique et de l'expérience acquise » pourra mener ces opérations.

SCK-CEN Art. 6 :

« L'accès aux zones contrôlées sera uniquement accordé si le travailleur externe a au préalable suivi scrupuleusement les « Instructions spécifiques de l'employeur externe » »

3.5. Mesures spécifiques prises pour limiter le risque de contamination : cas de la centrale nucléaire de Doel

Pour la partie réglementaire, voir le § 2.6. dédié à l'accès en zone contrôlée.

Des règles très précises de ports d'équipements individuels sont prévues pour chaque type de zone fonction du niveau de contamination surfacique et/ou atmosphérique (port ou non de gants, de surbottes, de tenues étanches, ...), ainsi que des règles de surveillance et/ou d'assistance par le service radioprotection.

Le lavage des mains est obligatoire entre les portiques de sortie de zone contrôlée de premier niveau et de zone contrôlée de deuxième niveau (équivalent portiques C1 et C2 en France)

4. REGLES DE ZONAGE DANS LE DOMAINE MEDICAL ET VETERINAIRE

4.1. Caractéristiques des limites de zones

4.1.1. Aménagement des locaux recommandés en médecine nucléaire

Le guide publié par le Conseil Supérieur d'Hygiène sur la médecine nucléaire [4] précise quelques éléments relatifs à l'aménagement des locaux. Il ne donne cependant pas d'indications chiffrées sur les limites de débits de dose à l'extérieur des locaux, se contentant d'indiquer lorsqu'un blindage est nécessaire.

CSH n°7221 5.5. Equipements et locaux

C. Salle d'attente des patients auxquels ont été injectés des produits radioactifs

Il convient d'utiliser un blindage ou avoir recours à une disposition judicieuse des lieux.

CSH n°7221 E. Laboratoire de stockage et de préparation (laboratoire chaud)

« C'est le local où les risques d'irradiations et de contaminations sont les plus importants. Les sources livrées par les fournisseurs doivent être conservées derrière des blindages ou dans un coffre blindé. Les manipulations doivent se faire derrière un écran de protection. Une partie de celui-ci doit être transparente (ex. verre plombé). Pour ne pas irradier la partie inférieure du corps, la surface horizontale de la table doit également être protégée. »

CSH n°7221 F. Le local d'injection

Le local d'injection doit être voisin de celui de préparation et de stockage. Ce local nécessite un blindage.

CSH n°7221 G. Locaux d'examens

Les parois de ces locaux nécessitent un blindage.

CSH n°7221 H. Chambres d'hospitalisation (application thérapeutique des radionucléides)

« Une situation en bout d'aile, le plus loin possible de l'entrée permet de créer une véritable zone accueillant les patients porteurs de sources. L'aménagement des chambres à l'étage permet d'éviter les problèmes de blindage des fenêtres ». Si cela n'est pas possible, « il faudra envisager de limiter physiquement l'accès au voisinage des fenêtres ». « Les murs de ces chambres doivent être blindés (béton, plomb, acier). Les épaisseurs correctes seront déterminées par le service de contrôle physique ou par l'organisme agréé. La protection des planchers et plafonds doit également être étudiée. »

4.1.2. Aménagement des locaux en médecine vétérinaire

Le Guide sur les rayons X en médecine vétérinaire [6] précise des éléments relatifs à l'aménagement des locaux dans lesquels sont utilisés des appareils à rayons X en faisant mention du cas particulier du CT Scanner. A noter que la zone contrôlée doit avoir été « définie en concertation avec l'organisme agréé ».

Il est également noté que les « portes d'accès à la zone contrôlée doivent être fermées avant mise en charge du tube. »

Guide de bonnes pratiques - Rayons X en médecine nucléaire, que faire pour installer un appareil à rayons x dans un cabinet nucléaire

Murs du local où se trouve l'appareil

L'utilisation d'appareils à rayons X doit se faire dans un local possédant des murs garantissant une protection suffisante contre les rayonnements ionisants en général celle assurée par 1 mm de plomb (par exemple une brique en terre cuite pleine d'environ 9 cm est équivalente à 1 mm de plomb, donc les murs en Gyproc sont insuffisants). Pour trouver les équivalences en plomb, il faut s'en référer à l'expert en contrôle physique de l'organisme agréé qui déterminera l'épaisseur nécessaire en fonction du nombre de clichés, des caractéristiques du tube de l'appareil à rayons x et de l'occupation des locaux avoisinants.

Le plancher doit également garantir une protection suffisante. Afin de minimiser l'épaisseur nécessaire du plancher, on peut placer le cabinet au rez-de-chaussée ou au dessus d'une cave non occupée.

Le plafond doit également avoir une épaisseur garantissant une protection suffisante.

Afin de minimiser l'épaisseur nécessaire du plafond, on peut placer le cabinet en dessous d'un grenier non occupé.

Superficie du local

Normalement, plus le local est petit, plus le blindage nécessaire sera important.

Une superficie minimale de 9m² peut être considérée comme un bon compromis pour un cabinet de radiographies des petits animaux.

En application équine, une étude réalisée par la SFRP en collaboration avec l'IRSN a montré qu'un local de 16 m² est approprié.

Portes et fenêtres

Les portes et fenêtres doivent avoir une épaisseur équivalente comparable au blindage des murs. En pratique, des surépaisseurs en plomb ou en verre plombé peuvent être ajoutées.

Cas particulier du CT scanner

Le CT scanner est considéré par la réglementation comme un appareil à rayons x. Cependant, le haut niveau de dose délivré par cette technique implique une protection supplémentaire des opérateurs et un blindage du local plus important qu'en radiographie standard.

- Spécificités des appareils mobiles

Le guide vétérinaire [6] stipule que « contrairement aux appareils utilisés au sein d'un établissement, il n'existe aucune barrière de protection pour le rayonnement concernant les appareils mobiles et l'opérateur devrait se situer à la plus grande distance possible de la source de rayonnement. Il est recommandé de poser l'appareil sur un trépied et d'éviter de le tenir en main. Il est par ailleurs précisé qu'une « étude de poste de travail en radioprotection devrait être effectuée ». Cette étude de poste consiste à vérifier que les bonnes pratiques en radioprotection sont connues et mises en œuvre, à imaginer et à envisager les incidents et accidents éventuels et à mettre en place les moyens de prévention (voir plus de détails sur l'étude de poste de travail en radioprotection proposée par le guide de bonnes pratiques vétérinaire en annexe 1.) A noter que cette étude de poste ne requiert pas l'évaluation des doses au poste de travail.

Il est également mentionné que l'« utilisation d'un appareil mobile à tirs horizontaux requiert des écrans plombés supplémentaires et des portes-cassettes afin de protéger l'opérateur ».

4.2. Conditions d'accès dans les zones contrôlées dans le domaine médical et vétérinaire

4.2.1. Equipements personnels

Le rapport du Conseil Supérieur d'Hygiène rappelle uniquement que « Tout travailleur, admis dans une zone contrôlée doit porter les mêmes dosimètres que les travailleurs occupés dans cette zone, cette mesure générale doit être appliqués aux médecins vacataires (médecins indépendants travaillant à l'hôpital) » (CSH n°7221, 5.5 Equipement et locaux)

Le Guide pratique vétérinaire précise qu'il est nécessaire, pour que le personnel accède à la zone contrôlée, que celui-ci porte : « un dosimètre de poitrine pour les personnes professionnellement exposées, un équipement de radioprotection et un tablier en plomb, des gants, un cache thyroïde pour tout le personnel présent lors des clichés et avant la mise en charge du tube. » (Guide de bonnes pratiques, Consignes de sécurité à vérifier avant de prendre le cliché). Par ailleurs, il est mentionné que seule la « présence dans la salle de personnes indispensables » est autorisée. « Si la présence de personnes propriétaires d'animaux est requise, ils doivent avoir été informés, avoir accepté d'être présents et doivent être munis d'équipements de protections individuels. » Les femmes enceintes et personnes de moins de 18 ans ne sont pas admises.

4.2.2. Formation requise

Le guide de bonne pratique sur l'utilisation des Rayons X à des fins médicales (VII.2 Protection du personnel) précise l'obligation d'information et de formation pour les étudiants, les apprentis et les personnes comme les travailleurs appartenant à d'autres services ou à des entreprises externes, qui effectuent des activités dans les zones présentant un risque lié aux rayonnements.

Le guide de bonnes pratiques vétérinaire précise quant à lui que « Les vétérinaires doivent avoir suivi au préalable avant entrée en zone une formation concernant l'utilisation des appareils rayonnement x et une formation spécifique à l'utilisation de radionucléides. »

4.3. Mesures spécifiques prises pour limiter le risque de contamination en médecine nucléaire

Les recommandations du rapport du Conseil Supérieur d'Hygiène relatives aux risques de contamination portent sur la nécessité de prévoir des revêtements et mobiliers décontaminables dans les locaux susceptibles de recevoir les patients (chambres et salles d'attentes) ainsi que dans les laboratoires de stockage des produits radioactifs.

Des recommandations sont également formulées pour assurer une ventilation des locaux avec risque de contamination (vitesse d'entrée de l'air recommandée : 0,5 m/s).

CSH n°7221 I. Données générales

Il convient d'exclure les revêtements de type carrelage ou moquette dans les locaux administratifs situés dans les zones radioactives.

Le revêtement des mobiliers doit également être facilement décontaminable, c'est-à-dire lisse et présentant le minimum de joints. »

Les locaux avec risque de contamination de l'air doivent être ventilés et en légère dépression. Si un laboratoire est équipé d'une hotte, l'extraction de l'air doit se faire via celle-ci. La vitesse idéale d'entrée de l'air est de 0,5 m/s. L'air de ces locaux ne peut être recyclé ; un circuit séparé de ventilation peut même être exigé. Les gaines de ventilation doivent se trouver en dépression, le ventilateur étant situé en fin de ligne.

CSH n°7221 5.5. C. Salle d'attente des patients auxquels ont été injectés des produits radioactifs

Le revêtement des sols des salles d'attente des patients auxquels ont été injectés des produits radioactifs doit être facilement décontaminable, le risque de contamination n'étant pas nul.

CSH n°7221 5.5. E.F : Laboratoire de stockage et de préparation (laboratoire chaud) / local d'injection des produits pharmaceutiques

Les revêtements de sol et du mobilier doivent être facilement décontaminables.

CSH n°7221 5.5. H. Chambres d'hospitalisation : les revêtements des sols et mobiliers doivent répondre aux critères habituels de décontamination : lisses, sans joints et remontant sur les murs. WC réfrigérants ou à circuit autonome pour récolte des excréments.

4.4. Signalisation

Le guide de bonnes pratiques vétérinaire précise qu'« un plan de la zone contrôlée » doit être affiché et la zone contrôlée doit être signalée » sans donner davantage de précision quant au type de signalétique à utiliser.

5. REFERENCES

- [1] **20/07/01 RGPRI Arrêté Royal du 20 juillet 2001** portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants
- [2] **Procédure radioprotection de la centrale nucléaire de Doel**, 2009
- [3] **Règlement de chantier SCK-CEN Ref. IDPBW.0603.N**, Décembre 2007
- [4] **Rapport du Conseil Supérieur d'Hygiène** : Assurance de qualité et radioprotection en médecine nucléaire, Décembre 2003 CSH n°7221
- [5] **Utilisation des Rayons X à des fins médicales**, AFCN, 2005
- [6] **Rayons X en médecine vétérinaire**, AFCN, Octobre 2010

Annexe 1. Etude de poste de travail en Radioprotection pour les appareils à rayons-X transportables
Guide de bonnes pratiques utilisation de rayons X en médecine vétérinaire

Paramètres	Recommandé	Inacceptable
Nombre de personnes	3	< 3
Types de personnes	<ul style="list-style-type: none"> • 1 vétérinaire • 1 auxiliaire formé en radioprotection • 1 tiers 	<ul style="list-style-type: none"> • Femmes enceintes • Jeunes <18 ans
Lieu	<ul style="list-style-type: none"> • Aire dégagée • Aire couverte • Mur de briques en direction du tir • Luminosité réduite 	<ul style="list-style-type: none"> • Aire non délimitée • Forte luminosité
Matérialisation de la zone contrôlée	<ul style="list-style-type: none"> • Périmètre de sécurité en fonction du débit de dose à évaluer avec l'expert en contrôle physique en fonction des kV, du nombre de clichés et de la pratique • Dispositif lumineux 	<ul style="list-style-type: none"> • Absence de périmètre de sécurité
Préparation de l'animal	<ul style="list-style-type: none"> • Maintenu par 2 personnes • Tranquillisé 	<ul style="list-style-type: none"> • Incontrôlable
Distance foyer-animal et diaphragme	<ul style="list-style-type: none"> • 80 cm • Diaphragmer 	<ul style="list-style-type: none"> • Absence de diaphragme
Equipement de protection	<ul style="list-style-type: none"> • Tablier pour les personnes tenant l'animal • Tablier et cache thyroïde pour la personne au générateur • Tablier, cache thyroïde pour la personne et gants pour la personne tenant le porte cassette, le pied de l'animal • Perche porte cassette 	<ul style="list-style-type: none"> • Absence de tablier • Absence de gants pour la personne tenant le porte cassette, le pied de l'animal • Tenir la cassette en main
Positionnement des opérateurs	<ul style="list-style-type: none"> • À 1 m du faisceau primaire • La personne tenant l'animal ne doit pas se trouver du côté opposé au générateur 	<ul style="list-style-type: none"> • Dans le faisceau primaire • Opérateur du côté opposé au générateur

Paramètres	Recommandé	Inacceptable
Contrôle et prévention	<ul style="list-style-type: none"> • Dosimètre personnel • Dosimètre à lecture directe avec alarme • Dosimètre-doigts pour la personne tenant le porte cassette • Analyse des résultats dosimétriques individuels en vue de mesures correctrices • Formation des opérateurs 	<ul style="list-style-type: none"> • Absence de dosimétrie
Traçabilité	<ul style="list-style-type: none"> • Enregistrement et archivage des examens pratiqués • Archivage des résultats dosimétriques 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'inventaires des clichés • Pas d'archivage de résultats dosimétriques

FICHE PAYS - ESPAGNE

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	19
2.	REGLES DE ZONAGE DANS LA REGLEMENTATION GENERALE	20
2.1.	Rôle et philosophie du zonage	20
2.2.	Types d'installations concernées par la réglementation	20
2.3.	Evaluation de la nature et de l'ampleur du risque avant classification	20
2.4.	Types de zones	22
2.5.	Conditions d'accès	23
2.6.	Signalisation des zones	24
3.	REGLES DE ZONAGE EN INSTALLATIONS NUCLEAIRES	26
3.1.	Délimitation de zones dans le secteur de l'industrie nucléaire	26
3.2.	Conditions d'accès à la zone contrôlée	27
3.3.	Signalisation	28
4.	REGLES DE ZONAGE DANS LE DOMAINE MEDICAL	31
4.1.	Délimitation de zones dans le secteur médical	31
4.2.	Signalisation	32
4.3.	Mesures spécifiques prises pour limiter le risque de contamination	32
5.	REFERENCES	32

1. INTRODUCTION

La réglementation espagnole concernant la classification des zones règlementées est inscrite dans la Réglementation sur la Protection Sanitaire contre les Rayonnements Ionisants publiée par le Décret Royal 738/2001 [1]. La réglementation relative au zonage concerne tous les secteurs d'activité.

En plus de la réglementation, des "guides de sécurité" ont été publiés par l'Autorité de Sûreté Nucléaire espagnole (Consejo de Seguridad Nuclear – CSN). Ces guides couvrent les 10 thèmes suivant, chaque thème contenant plusieurs guides :

1. Réacteurs de puissance et centrales nucléaires,
2. Réacteurs de recherche et assemblages sous-critique,
3. Installations appartenant au cycle du combustible,
4. Surveillance radiologique de l'environnement,
5. Les installations et dispositifs radioactifs,
6. Transport de matières radioactives,
7. Radioprotection,
8. Protection physique,
9. Gestion des déchets,
10. Divers.

Lorsque les guides font référence au zonage, ils reprennent les règles du Décret Royal, en apportant quelques précisions complémentaires, mais le plus souvent non significatives dans le cadre de cette étude. Un seul guide apporte quelques précisions numériques sur la zone contrôlée, celui portant sur la sécurité et radioprotection des installations radioactives de gammagraphie industrielle [2].

Dans le domaine médical, le CSN a publié un manuel de radioprotection qui indique les éléments d'un programme radioprotection pour les installations médicales [3]. C'est à partir de ce document qu'a été rédigé notamment le manuel de la radioprotection de l'hôpital Universitaire de Madrid [4].

Dans le domaine nucléaire, un guide a été rédigé par un groupe d'experts des exploitants et des Autorités destiné à harmoniser les règles de radioprotection appliquées par les centrales nucléaires¹. Certaines spécificités propres à l'application du zonage sont définies dans ce guide et ont été présentées lors d'un symposium ISOE [5] dans une communication sur la mise en œuvre pratique de la Directive Européenne 96/29. Les éléments fournis ont été complétés par ceux du manuel de protection radiologique des centrales nucléaires de Almaraz et Trillo [6, 7] et par le guide d'harmonisation de la signalisation pour les centrales nucléaires, édité par l'UNESA (regroupement d'exploitants)[8].

Note : Les textes référencés sont publiés en anglais ou en espagnol. Seules les citations de la version officielle anglaise du Décret Royal sont reproduites dans la suite du texte. Les citations des textes en espagnol ne sont pas retranscrites. Si nécessaire, il convient de se rapporter aux textes officiels originaux.

¹ Ce guide ne nous a pas été fourni dans son intégralité par le CSN. Les données reprises sont donc celles de la communication ISOE et des extraits du guide qui nous ont été fournis.

2. REGLES DE ZONAGE DANS LA REGLEMENTATION GENERALE

2.1. Rôle et philosophie du zonage

La classification de zones en zones contrôlées a pour objectif la protection du public et des travailleurs face aux expositions aux rayonnements ionisants ainsi que de prévenir la propagation de contamination radioactive ou prévenir ou limiter la probabilité et l'ampleur d'accidents radiologiques.

2.2. Types d'installations concernées par la réglementation

Le Décret Royal 738/2001 fait référence à tous les types d'installation et tous les secteurs d'activité.

Royal Decree 738/2001 - Title I. General provisions - Article 2. Scope of application

1. This present Regulation shall be applied to all practices that imply a risk deriving from the ionising radiations that proceed from an artificial source, or from a natural radiation source, when the natural radionuclides are, or have been, processed for their radioactive, fissionable, or fertile properties, (...)

Similarly, it shall be applicable to those activities that are developed by external companies, as referred to in Royal Decree 413/1997, of the 21st of March, on the Operational Protection of those External Workers with a Risk of Exposure to Ionising Radiations as a result of their Intervention in the Controlled Area.

2. This present Regulation shall be applicable in the terms referred to in Title IV, to all interventions in cases of radiological emergencies, or in cases of lasting exposure.

3. This present Regulation shall be applicable in the terms referred to in Title VII to all occupational activities not contemplated within section 1, but which suppose the presence of natural sources of radiation, and which give rise to a significant increase in the exposure of workers or members of the public which cannot be dismissed as insignificant in terms of radiological protection.

4. The present Regulation shall not be applicable to the exposure to radon in housing, or to the natural levels of radiation, this is to say, those radionuclides contained in the human body, the cosmic rays at ground level, or to the exposure above ground level due to the radionuclides present in the non altered terrestrial crust.

2.3. Evaluation de la nature et de l'ampleur du risque avant classification

L'évaluation des risques réalisée en amont de la délimitation de zones radiologiques est de la responsabilité du chef d'établissement. Cette évaluation permettra la classification des zones de travail en différents types de zones en prenant en compte :

- l'évaluation prévisionnelle des doses annuelles,
- le risque de dispersion de la contamination,
- la probabilité et l'amplitude des expositions potentielles.

Les mesures de protection radiologique à mettre en place dans les zones définies doivent être adaptées à la nature des installations et des sources ainsi qu'à l'ampleur et à la nature des risques.

Royal Decree 738/2001 Title IV. Fundamental principles of operational protection of exposed workers, persons in training and students for the execution of the practices – Chapter One. Operational protection of exposed workers.

Article 15 : Principles for the protection of workers

The operational protection of exposed workers shall be based on the following principles:

- a) Prior evaluation of the working conditions to determine the nature and magnitude of the radiological risk and to ensure the application of the optimisation principle.*
- b) Classification of the working places in different areas, taking into account: the evaluation of the expected annual doses, the risk of dispersion of contamination and the probability and magnitude of potential exposures.*
- c) Classification of exposed workers into different categories, according to their working conditions.*
- d) Application of the standards and the monitoring and control measures related to the different areas and to the different categories of exposed workers, including individual monitoring, when appropriate.*
- e) Sanitary monitoring. [2]*

Royal Decree 738/2001 Title IV. Fundamental principles of operational protection of exposed workers, persons in training and students for the execution of the practices – Chapter Two: Exposure prevention – Section 1. Classification and delimitation of areas.

Article 16 : Establishment of areas

To the effects of radiological protection, the title-holder of the practice shall identify and delimit all the work areas in which there may be a possibility of receiving effective doses that exceed 1 mSv per official year, or an equivalent dose greater than 1/10th of the limits for the crystalline lens, the skin, and the extremities referred to in paragraph 2 of Article 9, and shall establish the applicable radiological protection measures. These measures must be adapted to the nature of the installation, the sources, as well as the magnitude and nature of the risks. The scope of the prevention and monitoring measures, as well as their nature and quality, must be based on the risks associated with the tasks that imply exposure to ionising radiations. [2]

La détermination des zones est de la responsabilité du chef d'établissement qui doit s'assurer que la mise en œuvre de la réglementation est effectuée sous la responsabilité du service de protection radiologique ou de l'unité technique de protection radiologique ou, en leur absence par la personne à qui les responsabilités concernant la radioprotection ont été confiées.

Royal Decree 738/2001 Title IV. Fundamental principles of operational protection of exposed workers, persons in training and students for the execution of the practices – Chapter Two: Exposure prevention – Section 1. Classification and delimitation of areas.

Article 18-4 : Area requisites

The title-holder of the practice is responsible for complying with what is established in paragraphs 1, 2, and 3 of this article, and to ensure that this is carried out under the supervision of the Radiological Protection Service, or the Radiological Protection Technical Unit, and in their absence by the Supervisor or person to whom the radiological protection duties are entrusted. [2]

Le chef d'établissement doit archiver les documents relatifs aux mesures concernant les différentes zones contrôlées et surveillées.

Royal Decree 738/2001 Title IV. Fundamental principles of operational protection of exposed workers, persons in training and students for the execution of the practices – Chapter Three: Evaluation of the exposure – Section 1. Monitoring the work environment.

Article 26-2:

The documents relative to the registration, evaluation and result of the aforementioned monitoring must be archived by the title-holder of the installation who shall ensure that they are at the disposal of the competent authority. [2]

Dans le domaine nucléaire, l'exploitant doit produire un "manuel de radioprotection" qui regroupe l'ensemble des dispositions prises pour respecter la réglementation. Ce document doit être approuvé par les autorités de sûreté.

2.4. Types de zones

Le Décret Royal définit deux types de zones : les zones contrôlées et les zones surveillées. Les critères de délimitation sont basés sur les limites de doses annuelles. Des sous zones dans les zones contrôlées sont également évoquées. L'accès est libre dans les zones où le débit de dose est inférieur à 0,5 µSv/h.

2.4.1. Zone contrôlée

Une zone est désignée comme contrôlée (trèfle vert) si :

- La dose efficace reçue peut être supérieure à 6 mSv par année civile,
- La dose équivalente peut être supérieure à 3/10^{ème} des limites annuelles, par année civile, d'exposition fixées par la réglementation :
 - o Extrémités (main, avant-bras, pied, cheville) : 500 mSv,
 - o Peau : 500 mSv (dose moyenne sur toute surface de 1 cm²),
 - o Cristallin : 150 mSv.
- Il est nécessaire de suivre des procédures de travail spécifiques pour restreindre les expositions aux rayonnements ionisants, pour éviter la dispersion de contamination radioactive ou pour limiter la probabilité et l'ampleur d'accidents radiologiques, ou leur conséquences.

Royal Decree 738/2001 Title IV. Fundamental principles of operational protection of exposed workers, persons in training and students for the execution of the practices – Chapter Two: Exposure prevention – Section 1. Classification and delimitation of areas.

Article 17 : Classification of areas

1. The title-holder of the practice shall classify the work areas, in accordance with the exposure risk and taking into account the probability and magnitude of the potential exposures, in the following areas:

a) Controlled area: is the area in which:

1°. There is the possibility of receiving an effective dose greater than 6 mSv per official year, or an equivalent dose greater than 3/10ths of the equivalent dose limits for the crystalline lens, the skin and extremities, as established in paragraph 2 of Article 9, or

2°. It is necessary to follow work procedures whose aim is to restrict exposure to ionising radiation, to avoid the dispersion of radioactive contamination, or to prevent or limit the probability and magnitude of radiological accidents, or their consequences. [2]

Dans cette zone contrôlée verte, des sous-zones plus petites peuvent être définies :

- Zone de séjour limité (trèfle jaune) est une zone où il y aurait un risque de dépasser les limites de doses annuelles (en cas de présence permanente d'un travailleur à cet endroit) :
 - o Dose efficace : 50 mSv sur une année civile et 100 mSv sur une période de 5 années civiles consécutives,
 - o Doses équivalentes définies pour les extrémités, la peau et le cristallin sur une année civile.
- Zone de séjour réglementé (trèfle orange) est une zone où il y a un risque de recevoir sur une plus courte période des doses dépassant les limites de dose annuelles (dose efficace et doses équivalentes) et qui nécessitent des prescriptions spéciales en ce qui concerne l'optimisation.
- Zone d'accès interdit (trèfle rouge) est une zone où il y a un risque de dépasser en une seule exposition (entrée/sortie de la zone) les limites de doses annuelles (dose efficace ou doses équivalentes).

Royal Decree 738/2001 Title IV. Fundamental principles of operational protection of exposed workers, persons in training and students for the execution of the practices – Chapter Two: Exposure prevention – Section 1. Classification and delimitation of areas.

Article 17-2 : Classification of areas

Furthermore, the controlled areas may be subdivided as follows:

- a) Areas of limited stay: are those in which there is a risk of receiving a dose that exceeds the dose limits set in Article 9.
- b) Areas of regulated stay: are those in which there is a risk of receiving for short periods of time a dose that exceeds the dose limits set in Article 9, and which require special prescriptions regarding optimisation.
- c) Areas of forbidden access: are those in which there is a risk of receiving, in one single exposure, doses that exceed the dose limits set in Article 9. [2]

2.4.2. Zone surveillée

Une zone est définie comme surveillée (trèfle bleu-gris) si :

- La dose efficace reçue peut dépasser 1 mSv sur une année civile,
- La dose équivalente reçue peut dépasser 1/10^{ème} d'une limite annuelle d'exposition (par année civile) fixées par la réglementation.

Royal Decree 738/2001 Title IV. Fundamental principles of operational protection of exposed workers, persons in training and students for the execution of the practices – Chapter Two: Exposure prevention – Section 1. Classification and delimitation of areas.

Article 17-1.b : Classification of areas

Monitored area: is an area in which, although not being a controlled area, there is a possibility of receiving effective doses that exceed 1 mSv per official year, or an equivalent dose greater than 1/10th of the equivalent dose limits for the crystalline lens, the skin and extremities, as established in paragraph 2 of Article 9. [2]

Le Décret Royal note enfin que la classification des zones doit toujours être adaptée aux conditions réelles. A cette fin, la révision de la classification des zones doit être faite sur la base des variations des conditions de travail.

Royal Decree 738/2001 Title IV. Fundamental principles of operational protection of exposed workers, persons in training and students for the execution of the practices – Chapter Two: Exposure prevention – Section 1. Classification and delimitation of areas.

Article 17-3 : Classification of areas

The classification of the working areas into the established areas must always be updated according to the real existing conditions, to this end the title-holder of the practice shall submit for revision the area classification on the basis of the variations in the working conditions.

2.5. Conditions d'accès

Un surveillance radiologique doit être réalisée dans les environnements de travail des zones contrôlées et surveillées, en tenant compte de la nature et de l'importance des risques radiologiques

L'accès aux zones contrôlées et surveillées est limité aux personnes autorisées à qui ont été données les instructions adéquates concernant le risque radiologique. Ces instructions doivent être conformes aux procédures de travail établies par écrit par le chef d'établissement.

Dans les zones contrôlées :

- En cas de risque d'exposition externe, l'utilisation d'un dosimètre individuel est obligatoire.
- En cas de risque de contamination, l'utilisation de systèmes de protection individuels est obligatoire. La sortie de ces zones doit comporter des détecteurs adéquats pour identifier la contamination potentielle des personnes et des équipements, et le cas échéant, adopter les procédures adéquates.

Dans les zones surveillées, il faut au moins réaliser une estimation des doses potentiellement reçues, en utilisant une dosimétrie de zone.

Royal Decree 738/2001 Title IV. Fundamental principles of operational protection of exposed workers, persons in training and students for the execution of the practices – Chapter Two: Exposure prevention – Section 1. Classification and delimitation of areas.

Article 18. Area requisites

1. Taking into account the nature and the importance of radiological risks, radiological monitoring must be carried out on the working environment, of the controlled and monitored areas, according to what is established in Article 26. Furthermore, these areas:

a) Shall be adequately delimited and signalled in a manner that makes the risk of exposure in these areas evident. This signalling shall be carried out according to what is established in Annex IV.

b) The access shall be limited to persons authorised to do so, and who have been given adequate instructions as to the existing risk in these areas. In the controlled areas these instructions shall comply with the working procedures, established in writing by the title-holder of the practice.

2. In those controlled areas where there may be:

a) External exposure risk, the use of individual dosimeters shall be compulsory.

b) Contamination risk, the use of personal protection systems, adapted for the existing risk, shall be compulsory. At the exit points from these areas, there shall be adequate detectors to observe any possible contamination of persons or equipment, and if the case arises to adopt the opportune measures.

3. In the monitored areas, at least an estimation of the potential doses received must be carried out, through area dosimetry.

4. The title-holder of the practice is responsible for complying with what is established in paragraphs 1, 2, and 3 of this article, and to ensure that this is carried out under the supervision of the Radiological Protection Service, or the Radiological Protection Technical Unit, and in their absence by the Supervisor or person to whom the radiological protection duties are entrusted.

2.6. Signalisation des zones

Les zones surveillées et contrôlées doivent être délimitées et signalées pour rendre visible de manière évidente les risques d'exposition.

En cas de seul risque d'exposition externe, le trèfle de signalisation doit être entouré de points radiaux. En cas de risque de contamination, et si le risque d'irradiation externe est mineur, le fond du panneau avec le trèfle doit comporter des pointillés. Si les deux risques sont présents, le trèfle doit être placé sur un fond avec des pointillés et entouré de points radiaux. (des exemples sont fournis dans la partie nucléaire).

La signalisation est réalisée avec un trèfle de couleur (suivant la zone) sur un fond blanc entouré d'une bordure de même couleur que le trèfle.

Royal Decree 738/2001 Title IV. Fundamental principles of operational protection of exposed workers, persons in training and students for the execution of the practices – Chapter Two: Exposure prevention – Section 1. Classification and delimitation of areas.

Article 18. Area requisites

1. Taking into account the nature and the importance of radiological risks, radiological monitoring must be carried out on the working environment, of the controlled and monitored areas, according to what is established in Article 26. Furthermore, these areas:

a) Shall be adequately delimited and signalled in a manner that makes the risk of exposure in these areas evident. This signalling shall be carried out according to what is established in Annex IV. [2]

**Royal decree 738/2001 Title IV. Fundamental principles of operational protection of exposed workers, persons in training and students for the execution of the practices
ANNEX IV - Area signalling**

1. The signalling of controlled areas and monitored areas shall be carried out according to what is established in norm UNE-73-302, and according to what is stipulated in this Annex.

2. The exposure risk shall be signalled by its international symbol, a "clover" surrounded by a rectangular border of the same colour as the symbol, and of the same width as the diameter of the inside circumference of the aforementioned symbol.

3) Controlled areas: In the controlled areas the aforementioned clover shall be green on a white background.

a) Areas of limited stay: In these areas the clover shall be yellow on a white background.

b) Areas of regulated stay: In these areas the clover shall be orange on a white background.

c) Areas of forbidden access: In these areas the clover shall be red on a white background.

4. Monitored areas: In the monitored areas the clover shall be blue-gray on a white background.

5. If in any of the areas there should only be external exposure risk, the general clover for the area shall be used surrounded by radial dots; if there is danger of contamination and the risk of external exposure were to be minor, the general clover for the area shall be used on a dotted background; if there were to be a joint risk of contamination and exposure, the general clover for the area shall be used with a border of radial dots on a dotted background.

6. All the signs that correspond to controlled areas, areas of limited stay, areas of regulated stay, and areas of forbidden access, as well as the monitored areas shall be placed in a very visible manner at their entrance and in the significant sites of the areas.

7. For all types of zones, the aforementioned signals shall be complemented by text that indicates the type of area in question, which shall be placed above the sign, whereas underneath the sign, the type of risk shall be indicated.

8. When the outer limits of an area must be signalled temporarily, fences, articulated metal bars or supports through which ropes, chains, tape, etc. may be attached, shall be placed, in the colour that corresponds to the area in question.

9. In the access areas to contiguous areas of different characteristics, the corresponding limits may be signalled on the floor by means of clearly visible lines in the colours that correspond to the areas in question. This aforementioned signalling may be complemented with lighting effects in the appropriate colours for each area.

10. Within the controlled areas and the monitored areas the sources must be signalled.

Dans le cas de la radiographie industrielle [3], pour les installations mobiles, la zone contrôlée doit être délimitée par des barrières ou des bandes adhésives et signalée de manière visible. Dans la mesure du possible, un collimateur doit être utilisé. Le débit de dose dans la zone contrôlée doit être maintenu, si possible, entre 7,5 et 20 $\mu\text{Sv/h}$.

3. REGLES DE ZONAGE EN INSTALLATIONS NUCLEAIRES

3.1. Délimitation de zones dans le secteur de l'industrie nucléaire

L'article du symposium ISOE [5] donne les critères retenus par un groupe de travail conjoint Autorités – Exploitants. Ces valeurs s'appliquent à toutes les centrales nucléaires d'Espagne.

Le zonage radiologique est défini en fonction du risque d'exposition externe, de la contamination surfacique et de la contamination atmosphérique. C'est le critère le plus élevé qui définit la zone. Toutefois, en cas de risque conjoint (exposition externe et contamination par exemple), les deux risques sont signalés (voir § signalisation). En ce qui concerne la contamination atmosphérique, les LDCA ont été calculées en se basant sur une limite d'exposition annuelle de 20 mSv/an. A noter que les critères de durée de mesure des débits de dose ne sont pas mentionnés. Ils ne le sont pas non plus dans le Manuel de Radioprotection des centrales d'Almaraz et de Trillo qui reprend cette classification [6].

3.1.1. Zone de libre accès

Ces zones sont toutes celles qui ne comprennent pas d'équipements ou systèmes radioactifs ou ayant une influence sur les conditions radiologiques de la zone. Les critères d'accès sont ceux fixés par la sécurité physique et classique des travailleurs

Les critères suivants doivent être respectés :

- Débit de dose $< 0,5 \mu\text{Sv/h}$
- Pas de risque de contamination surfacique
- Pas de risque de contamination atmosphérique

3.1.2. Zone surveillée (bleu-gris)

- $0,5 \mu\text{Sv/h} \leq$ débit de dose $< 3 \mu\text{Sv/h}$
- Contamination surfacique moyennée sur 300 cm^2
 - o $< 0,4 \text{ Bq/cm}^2$ en β/γ
 - o $< 0,04 \text{ Bq/cm}^2$ en α
- Pas de contamination atmosphérique

Remarque : la manuel de protection radiologique de Almaraz mentionne que dans la pratique, il n'y a pas de zone surveillée à la centrale d'Almaraz, car les conditions radiologiques en limite de zone contrôlées sont celles des zones de libre accès

3.1.3. Zone contrôlée

Zone contrôlée verte :

- $3 \mu\text{Sv/h} \leq$ débit de dose $< 25 \mu\text{Sv/h}$, et
- Contamination surfacique moyennée sur 300 cm^2
 - o $< 4 \text{ Bq/cm}^2$ en β/γ
 - o $< 0,4 \text{ Bq/cm}^2$ en α , et
- Contamination atmosphérique $< 0,1 \text{ LDCA}$

Zone de séjour limité jaune :

- $25 \mu\text{Sv/h} \leq$ débit de dose $< 1 \text{ mSv/h}$, et
- Contamination surfacique moyennée sur 300 cm^2
 - o $< 40 \text{ Bq/cm}^2$ en β/γ
 - o $< 4 \text{ Bq/cm}^2$ en α , et
- Contamination atmosphérique $< 1 \text{ LDCA}$

Zone de séjour réglementé orange :

- $1 \text{ mSv/h} \leq$ débit de dose $< 100 \text{ mSv/h}$, et
- Contamination surfacique moyennée sur 300 cm^2
 - o $< 400 \text{ Bq/cm}^2$ en β/γ
 - o $< 40 \text{ Bq/cm}^2$ en α , et
- Contamination atmosphérique $< 10 \text{ LDCA}$

Zone d'accès interdit rouge :

- Débit de dose $> 100 \text{ mSv/h}$, ou
- Contamination surfacique moyennée sur 300 cm^2
 - o $> 400 \text{ Bq/cm}^2$ en β/γ
 - o $> 40 \text{ Bq/cm}^2$ en α , ou
- Contamination atmosphérique $> 10 \text{ LDCA}$

3.2. Conditions d'accès à la zone contrôlée

Le manuel de radioprotection des centrales d'Almaraz et Trillo [6] précise que, exceptés quelques cas spéciaux (extrême nécessité comme évacuation de personnes blessées), en règle générale toute personne qui n'est pas un travailleur exposé n'est pas autorisé à accéder à la zone contrôlée.

3.2.1. Zone contrôlée verte

Elle est limitée à la catégorie des travailleurs exposés pour des séjours dits normaux et continus et aux travailleurs de catégories B de manière occasionnelle.

Les visiteurs et les travailleurs non exposés peuvent toujours accéder avec un accès limité aux zones de faible débit de dose et de contamination. Ils devront pour ce faire obtenir une autorisation et toujours être accompagné par un travailleur exposé ayant une formation appropriée en matière de radioprotection.

3.2.2. Zone de séjour limité jaune

L'accès à ces zones est limité aux travailleurs exposés. Dans certains cas, le séjour dans cette zone sera conditionné par un temps de présence limité et par une autorisation prenant la forme d'un « permis de travail radiologique » incluant une évaluation préalable des risques et les moyens de protection nécessaires.

3.2.3. Zone de séjour réglementé orange

L'accès à cette zone est limité aux travailleurs exposés de catégorie A. Le séjour dans cette zone est conditionné par un temps de présence limité et par une autorisation prenant la forme d'un « permis de travail radiologique » incluant une évaluation préalable des risques et les moyens de protections nécessaires.

3.2.4. Zone d'accès interdit

L'entrée dans cette zone nécessite un « permis de travail radiologique » établi par le chef de la SPR et le Directeur des opérations.

Ces zones devront être fermées à l'aide de barrières physiques et si possible avec un système de serrures dont les clés seront remises à l'administration.

Il est exigé que les travailleurs exposés, pour qu'ils puissent accéder à la zone contrôlée, soient :

- enregistrés dans la centrale nucléaire comme travailleur exposé
- munis de dosimètre à lecture directe
- munis de vêtements de protection appropriés.

3.3. Signalisation

Le manuel de radioprotection des centrales nucléaires d'Almaraz et de Trillo [6] reprend les exigences de la réglementation générale. Il mentionne également des éléments liés à la signalisation des points chauds situés dans la zone contrôlée. La signalisation de ceux-ci doit être faite en suivant une procédure spécifique (procédure PS-CR-02.05 « Signalisation et délimitation des zones et des équipements radioactifs et contaminés » [7]), selon le risque d'irradiation existant. De façon générale, il est considéré qu'un « point chaud » doit être signalé dans une zone, si son débit de dose est 10 fois supérieur au niveau de radiation ambiante de la zone.

Quand un travail dans la zone est exécuté de manière temporaire, une signalisation temporaire pourra être mise en place pour signaler les limites de cette zone. Les panneaux et délimitations utilisés (barres en métal, cordes, chaînes, rubans, etc) devront porter la couleur de la zone en question voire indiquer les valeurs mesurées du débit de dose et de contamination.

Concernant l'accès entre différents types de zones adjacentes, les limites de zones peuvent être marquées au sol de manière visible avec les couleurs correspondant aux zones concernées. Ces marquages peuvent être complétés par une lumière de couleur appropriée pour les zones concernées.

Les figures ci-dessous sont extraites du guide édité par l'UNESA pour l'harmonisation de la signalisation et de la délimitation des zones dans les centrales nucléaires [8]

La figure ci-dessous est un exemple de signalisation de zone jaune (zone de séjour limité), avec risque d'irradiation. Si nécessaire, ce signe est complété par une affiche donnant plus d'indication sur la zone (photo, points chauds, débits de dose, ...).



La figure ci-dessous présente la signalisation d'une zone avec risque d'irradiation et de contamination surfacique.

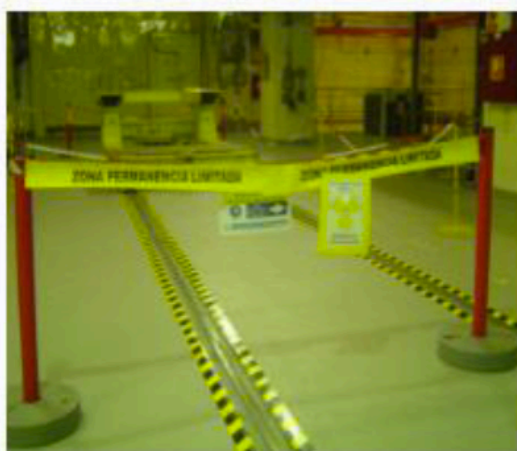


La figure ci-dessous présente la signalisation d'un point chaud

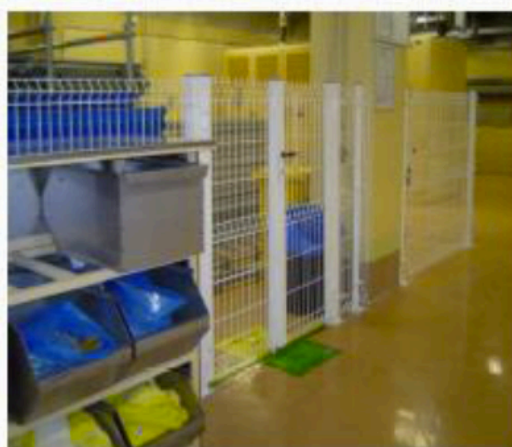


Les photo ci-dessous présentent les types de délimitation de zones

*Cuando se deban señalar con carácter temporal los límites de una zona, se emplearán vallas, barras metálicas articuladas o soportes por los que se hagan pasar cuerdas, cadenas, cintas etc., que tendrán el color correspondiente a la zona de que se trate.
(Punto 8 del Anexo IV del RSPSRI)*



DELIMITACIÓN PROVISIONAL DE ÁREA RADIOLÓGICA



DELIMITACIÓN A LARGO PLAZO DE ÁREA RADIOLÓGICA

4. REGLES DE ZONAGE DANS LE DOMAINE MEDICAL

4.1. Délimitation de zones dans le secteur médical

Les critères de classement des zones cités dans le manuel de radioprotection médicale du CSN [3] sont ceux définis dans la réglementation générale pour les zones surveillées et contrôlées. Une classification particulière est par ailleurs proposée :

La classification des générateurs de rayons-X est valable uniquement durant le fonctionnement des appareils. La salle est d'accès libre si l'appareil ne fonctionne pas. Une signalisation spécifique doit être mise en place pour le zonage, pour indiquer les règles de zonage en fonction de l'état de l'installation.

Radiologie conventionnelle

- Zone surveillée : poste de contrôle protégé par une barrière physique
- Zone contrôlée : intérieur de la salle de radiographie

Radiologie interventionnelle

- Zone surveillée : poste de contrôle protégé par une barrière physique
- Zone de séjour limité : à l'intérieur de la salle

Téléthérapie

Pendant le fonctionnement des équipements

- Zone surveillée : poste de contrôle
- Zone interdite d'accès : intérieur de la chambre

Quand les équipements ne sont pas utilisés

- Zone de libre accès : poste de contrôle
- Zone contrôlée : intérieur de la chambre

Brachythérapie

- Zone contrôlée : local de préparation des sources et accès aux chambres
- Zone de séjour limité : chambres avec des patients porteurs de sources

Médecine nucléaire

- Zone surveillée : stockage de déchets radioactifs
- Zone de séjour limité : chambres avec des patients en cours de traitement métabolique
- Zone contrôlée : chambre chaude, zone d'administration des doses, zones de circulation et de séjour des patients qui ont reçu une injection

Cette classification est utilisée à l'hôpital de Madrid avec un ajout, les laboratoires utilisant des matériaux radioactifs pour effectuer des expériences in vitro sont classés en zone surveillée.

4.1.1. Conditions d'accès

Selon le manuel radioprotection de l'hôpital de Madrid [5] pour accéder aux zones contrôlées, les travailleurs exposés doivent être munis :

- des moyens de détection et de mesure de rayonnement ou de contamination.
- d'un équipement de protection approprié pour éviter toute éventuelle irradiation externe.
- de protections individuelles adéquates (surtenue, gants, calot, ...) lorsque qu'il existe un risque de contamination.
- des équipements spécifiques nécessaires en cas d'urgence.

4.2. Signalisation

Le manuel de radioprotection de l'hôpital de Madrid [4] reprend les exigences de la réglementation générale et précise que pour les zones n'ayant pas une classification permanente un panneau doit indiquer les restrictions applicables ainsi que leurs conditions d'applications. Les équipements mobiles de rayons X doivent porter un panneau avec les caractéristiques, les risques et les limites d'utilisation.

De plus, les patients devant subir des tests diagnostiques ou des traitements devront recevoir des informations et moyens nécessaires pour ne pas subir de radiations accidentelles.

4.3. Mesures spécifiques prises pour limiter le risque de contamination

S'il y a un risque de contamination, les règles relatives au port de vêtements, gants et chaussures spécifiques ainsi que toutes les mesures de prévention de ce risque devront être strictement respectées.

5. REFERENCES

- [1] **Regulation on Sanitary Protection against Ionising Radiations** Published in the Spanish Official State Gazette number 178, of the 26th of July 2001 - **Royal Decree 738/2001, of the 6th of July**, which approves the Regulation on Sanitary Protection against Ionising Radiation
- [2] **Guía de Seguridad y protección radiológica de las instalaciones radiactivas de gammagrafia industrial**, Guía 5.14, Madrid, 8 de octubre de 1998, CSN.
- [3] **Manual general de protección radiológica**, version finale 16 Septiembre 2002
- [4] **Manual de protección radiológica Hospital Universitario Ramon y Caja**, Hospital universitario principe de asturias, Instituto madrileño , de la salud – madrid, 30 octubre 2002
- [5] **Practical implementation of the 96/29 Euratom Directive to the Radiation Protection programs of Spanish Nuclear Power Plants**, By O. Guzmán, T. Labarta, J.J. Montesinos, M^a L. Rosales, M^a J. Muñoz, I. Amor / CSN / Spain
- [6] **Manual de protección radiológica, DAL-06 – Centrales nucleares Almaraz – Trillo**
- [7] **Clasificación, señalización y delimitación de zonas y equipos radioactivos et conaminados - PS-CR-02.05 - Centrales nucleares Almaraz – Trillo, 2009**
- [8] **Armonización de la señalización de riesgos radiológicos en las centrales nucleares españolas, UNESA CEN-32 – Noviembre 2009.**

FICHE PAYS - ETATS-UNIS

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	35
2.	REGLES DE ZONAGE DANS LA REGLEMENTATION GENERALE	35
2.1.	Rôle et philosophie du zonage	35
2.2.	Types d'installation concernées par la réglementation	35
2.3.	Evaluation de la nature et de l'ampleur du risque avant classification	35
2.4.	Types de zones	36
2.5.	Caractéristiques des limites de zones contrôlées et conditions d'accès	38
2.6.	Signalisation des zones	40
3.	REGLES DE ZONAGE EN INSTALLATIONS NUCLEAIRES	44
3.1.	Types de zones	44
3.2.	Caractéristiques des limites de zones dans le secteur nucléaire	45
3.3.	Conditions d'accès dans le secteur nucléaire	46
3.4.	Signalisation dans l'industrie nucléaire	48
4.	REFERENCES	50

1. INTRODUCTION

La réglementation américaine relative à la classification des zones contrôlées et surveillées est inscrite dans le U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC) Regulations Title 10, Code of Federal Regulations – Part 20 – Standards for protection against radiations (10 CFR 20) [1]. Elle concerne tous les types d'installations.

Pour renforcer la réglementation, des guides réglementaires sont publiés par le NRC. En ce qui concerne l'industrie nucléaire, un guide (*Regulatory guide 8.38 [2]*) précise les conditions d'accès dans les zones de rayonnement élevé et très élevé, complétant ainsi la réglementation 10 CFR 20. De plus, chaque exploitant de centrale nucléaire dispose de ses propres procédures internes : celles d'Exelon (centrales de Braidwood, ...) [3, 4] et d'AEP (centrale de Cook) [5,6] sont présentées succinctement dans cette fiche.

Par ailleurs, le *Department of Health* de chaque Etat publie sa propre réglementation. Par exemple, dans l'Etat de New-york, la partie 16 du *New-York State Sanitary Code* [7] concernant les rayonnements ionisants, reprend entièrement le 10 CFR 20 et apporte quelques précisions, notamment dans le domaine médical. Cet Etat publie également des guides (*Radiation Guide*) pour les demandeurs d'autorisation des différentes pratiques utilisant les rayonnements ionisants (ex : utilisation de sources scellées en radiographie industrielle, cyclotron, R-X, ...). Ces guides précisent le contenu de la demande d'autorisation. Les éléments relatifs au zonage des guides consultés ne sont cependant pas plus précis que ceux de la réglementation.

2. REGLES DE ZONAGE DANS LA REGLEMENTATION GENERALE

2.1. Rôle et philosophie du zonage

Le texte 10 CFR 20 reste assez vague quant au rôle et la philosophie du zonage. Ce texte mentionne que l'un des objectifs des réglementations dans le domaine de la protection contre les rayonnements ionisants est de faire en sorte que la dose totale d'un individu n'excède pas les références prescrites pour la protection contre les rayonnements. De même la définition d'une zone contrôlée se limite à une zone, située en dehors d'une zone d'accès restreint mais à l'intérieur des limites du site, dont l'accès peut être limité par le titulaire pour une raison quelconque, sans donner davantage de précision quant à l'objectif même de cette limitation. En revanche la réglementation mentionne que des zones sont classées « restricted area » dont l'accès est limité dans un objectif de protéger les individus contre des risques excessifs provenant de l'exposition à des radiations et matériels radioactifs.

2.2. Types d'installation concernées par la réglementation

La réglementation 10 CFR 20 concerne tous les types d'installation et tous les secteurs d'activité. Le *Regulatory guide 8.38* concerne uniquement les centrales nucléaires.

2.3. Evaluation de la nature et de l'ampleur du risque avant classification

L'évaluation des risques avant la délimitation de zones radiologiques est de la responsabilité du titulaire de l'autorisation (*licensee*). Cette évaluation permet d'effectuer des activités présentant un risque dû aux rayonnements ionisants. Chaque titulaire doit faire, ou faire faire, des contrôles préliminaires pour :

- vérifier que la réglementation 10 CFR 20 est respectée; et
- évaluer :
 - o les niveaux de radioactivité,
 - o les concentrations ou quantités de matière radioactives,
 - o les risques radiologiques potentiels.

10 CFR 20 : Subpart F – Surveys and Monitoring
§ 20.1501 General

Each licensee shall make or cause to be made, surveys that:

- (1) May be necessary for the licensee to comply with the regulations in this part; and*
- (2) Are reasonable under the circumstances to evaluate:*
 - (i) The magnitude and extent of radiation levels; and*
 - (ii) Concentrations or quantities of radioactive materials; and*
 - (iii) The potential radiological hazards. [1]*

2.4. Types de zones

La réglementation 10 CFR 20 définit différents types de zone et leurs caractéristiques. A noter que ces types de zones ne sont présentés que dans le glossaire du 10 CFR20.

Les zones se rapprochant de la définition européenne de zones surveillées et contrôlées sont les suivantes :

Zone d'accès restreint

Zone dont l'accès est limité par le titulaire afin de protéger les individus contre les risques liés à l'exposition aux rayonnements ou aux matières radioactives. Les zones d'accès restreint ne peuvent pas englober des espaces résidentiels, cependant, dans un bâtiment résidentiel des salles séparées peuvent être classées en zone d'accès restreint.

Cette zone étant destinée à protéger les personnes contre les rayonnements ou la contamination, mais de façon très générique (sans critères de désignation), on peut penser qu'elle s'apparente à une « zone surveillée ».

Zone d'accès non restreint

Zone dont l'accès n'est ni limité, ni contrôlé par le titulaire de l'autorisation.

Zone de rayonnement

Zone accessible aux individus où les niveaux de rayonnement provenant de sources externes au corps peuvent donner lieu à une dose équivalente reçue par un individu supérieure à 0,05 mSv en 1 heure à 30 cm de la source de rayonnements ou 30 cm de toute surface pénétrée par les rayonnements.

Zone de rayonnement élevé

Zone, accessible aux individus où les niveaux de rayonnements provenant de sources externes au corps peuvent donner lieu à une dose équivalente reçue par un individu supérieure à 1 mSv en 1 heure à 30 cm de la source de rayonnement ou 30 cm de toute surface pénétrée par les rayonnements.

Zone de rayonnement très élevé

Zone accessible aux individus où les niveaux de rayonnements provenant de sources externes au corps peuvent donner lieu à une dose absorbée reçue par un individu supérieure à 5 Gy en 1 heure à 1 mètre de la source de rayonnement ou 1 mètre de toute surface pénétrée par les rayonnements.

Zone de radioactivité dans l'air

Salle, enceinte ou zone dans laquelle des particules radioactives, sont à des concentrations :

- supérieures aux limites dérivées de concentration dans l'air² (LDCA) spécifiées à l'annexe B, §§20.1001 à 20.2401, ou
- donnant lieu à une incorporation de plus de 0,6% de la limite annuelle d'incorporation (LAI) ou plus de 12 LDCA-heures pour une personne présente pendant 1 semaine sans équipement de protection respiratoire

Zone contrôlée

Une zone en dehors de la zone d'accès restreint mais à l'intérieur des limites de site, et dont l'accès peut être limité par le titulaire pour n'importe quelle raison, (y compris des raisons non liées au risque radiologique).

10 CFR 20 : Subpart A – General Provisions**§ 20.1003 Definitions**

Unrestricted area means an area, access to which is neither limited nor controlled by the licensee.

Restricted area means an area, access to which is limited by the licensee for the purpose of protecting individuals against undue risks from exposure to radiation and radioactive materials. Restricted area does not include areas used as residential quarters, but separate rooms in a residential building may be set apart as a restricted area.

Controlled area means an area, outside of a restricted area but inside the site boundary, access to which can be limited by the licensee for any reason.

Radiation area means an area, accessible to individuals, in which radiation levels could result in an individual receiving a dose equivalent in excess of 0,005 rem (0,05 mSv) in 1 hour at 30 centimeters from the radiation source or from any surface that the radiation penetrates.

High radiation area means an area, accessible to individuals, in which radiation levels from radiation sources external to the body could result in an individual receiving a dose equivalent in excess of 0,1 rem (1 mSv) in 1 hour at 30 centimeters from the radiation source or 30 centimeters from any surface that the radiation penetrates.

Very high radiation area means an area, accessible to individuals, in which radiation levels from radiation sources external to the body could result in an individual receiving an absorbed dose in excess of 500 rads (5 grays) in 1 hour at 1 meter from a radiation source or 1 meter from any surface that the radiation penetrates.
(Note: at very high doses received at high dose rates, units of absorbed dose (e.g., rads and grays) are appropriate, rather than units of dose equivalent (e.g., rems³ and sieverts))

Airborne radioactivity area means a room, enclosure, or area in which airborne radioactive materials composed wholly or partly of licensed materials, exist in concentrations:

- (1) In excess of the derived air concentrations (DACs) specified in appendix B, to §§ 20.1001 – 20.2401, or
- (2) To such a degree that an individual present in the area without respiratory protective equipment could exceed, during the hours of an individual is present in a week, an intake of 0,6 percent of the annual limit on intake (ALI) or 12 DAC-hours. [1]

² Aux Etats-Unis, la LDCA et la LAI sont calculées sur la base d'une limite de dose annuelle de 50 mSv.

³ En pratique, aux Etats-Unis, les anciennes unités (rem, rad) sont encore utilisées.

2.5. Caractéristiques des limites de zones contrôlées et conditions d'accès

La réglementation 10 CFR 20 décrit les caractéristiques des limites de zones pour tous les domaines d'activité.

En ce qui concerne les zones de rayonnement élevé :

(a) Le titulaire doit s'assurer que chaque entrée ou point d'accès à une zone de rayonnement élevé possède une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- un dispositif de contrôle qui, dès l'entrée dans la zone, provoque une réduction du niveau de rayonnement en dessous du niveau pouvant impliquer qu'un individu reçoive une dose équivalente de 1 mSv en 1 h à 30 cm de la source de rayonnement ou de toute autre surface pénétrée par le rayonnement;
- un dispositif de contrôle qui active un signal d'alarme visible ou audible pour que la personne entrant dans la zone de rayonnement élevé et le superviseur de l'activité soient conscients qu'ils entrent dans ce type de zone, ou
- des entrées verrouillées, sauf lorsque l'accès aux zones est requis nécessitant un contrôle effectif lors de chaque entrée.

(b) Aux contrôles requis à l'alinéa (a) pour une zone de rayonnement élevé, le titulaire peut substituer une surveillance directe en continu ou électronique capable de prévenir toute entrée non autorisée.

(c) Le titulaire peut demander à la NRC l'approbation pour des méthodes alternatives de contrôle d'accès aux zones de rayonnement élevé.

(d) Le titulaire doit établir les contrôles exigés par les alinéas (a) et (c) d'une manière qui n'empêche pas les personnes de quitter une zone de rayonnement élevé.

(e) Le contrôle n'est pas requis pour chaque entrée ou point d'accès à une salle ou à une autre zone qui serait une zone de rayonnement élevé en raison de la seule présence de matériaux radioactifs préparés pour le transport et étiquetés conformément aux règlements du Département des Transports à condition que :

- les colis ne restent pas dans la zone plus de 3 jours, et
- le débit de dose à 1 m de la surface externe de tout colis ne dépasse pas 0,01 rem/h (0,1 mSv/h).

(f) Le contrôle de l'entrée ou de l'accès aux salles ou aux autres zones dans les hôpitaux n'est pas requis par la seule présence de patients contenant des matières radioactives à condition que les mesures nécessaires soient prises pour éviter que l'exposition des individus aux rayonnements ou aux matières radioactives ne soit supérieure aux limites établies d'une part, et que les dispositions ALARA du programme de radioprotection du titulaire soient respectées, d'autre part.

10 CFR 20 : Subpart G – Control of Exposure From External Sources in Restricted Areas
§ 20.1601 Control of access to high radiation areas

(a) The licensee shall ensure that each entrance or access point to a high radiation area has one or more of the following features:

(1) A control device that, upon entry into the area, causes the level of radiation to be reduced below that level at which an individual might receive a deep-dose equivalent of 1 mSv in 1 hour at 30 centimeters from the radiation source or from any surface that the radiation penetrates.

(2) A control device that energizes a conspicuous visible or audible alarm signal so that the individual entering the high radiation area and the supervisor of the activity are made aware of the entry; or

(3) Entryways that are locked, except during periods when access to the areas is required, with positive control over each individual entry.

(b) In place of the controls required by paragraph (a) of this section for a high radiation area, the licensee may substitute continuous direct or electronic surveillance that is capable of preventing unauthorized entry.

(c) A licensee may apply to the Commission for approval of alternative methods for controlling access to high radiation areas.

(d) The licensee shall establish the control required by paragraphs (a) et (c) of this section in a way that does not prevent individuals from leaving a high radiation area.

(e) Control is not required for each entrance or access point to a room or other area that is a high radiation area solely because of the presence of radioactive materials prepared for transport and packaged and labeled in accordance with the regulations of the Department of Transportation provided that:

(1) The packages do not remain in the area longer than 3 days, and

(2) The dose rate at 1 meter from the external surface of any package does not exceed 0,01 rem (0,1 mSv) per hour.

(f) Control of entrance or access to rooms or other areas in hospitals is not required solely because of the presence of patients containing radioactive material, provided that there are personnel in attendance who will take the necessary precautions to prevent the exposure of individuals to radiation or radioactive material in excess of the limits established in this part and to operate within the ALARA provisions of the licensee's radiation protection program. [1]

En ce qui concerne les zones de rayonnement très élevé, en plus des exigences concernant les zones de rayonnement élevé citées précédemment, le titulaire doit mettre en place des mesures supplémentaires pour s'assurer qu'un individu n'est pas en mesure d'accéder sans autorisation ou par inadvertance dans des zones où les niveaux de radiation pourraient être supérieurs ou égaux à 5 Gy/h à 1 m d'une source de rayonnement ou de toute autre surface par laquelle le rayonnement pénètre.

10 CFR 20 : Subpart G – Control of Exposure From External Sources in Restricted Areas

§ 20.1602 Control of access to very high radiation areas

In addition to requirements in § 20.1601, the licensee shall institute additional measures to ensure that an individual is not able to gain unauthorized or inadvertent access to areas in which radiation levels could be encountered at 500 rads (5 graysGy) or more in 1 hour at 1 meter from a radiation source or any surface through which the radiation penetrates. [1]

De plus, des protections respiratoires et des moyens de contrôle permettant de réduire l'exposition interne dans les zones d'accès restreint sont détaillés.

Pour maîtriser et contrôler la concentration des matières radioactives dans l'air, le titulaire doit utiliser dans la mesure du possible des procédés d'ingénierie (par exemple le confinement, la décontamination ou la ventilation).

10 CFR 20 : Subpart H – Respiratory Protection and Controls to Restrict Internal Exposure in Restricted Areas

§ 20.1701 Use of process or other engineering controls

The licensee shall use, to the extent practical, process or other engineering controls (e.g., containment, decontamination or ventilation) to control the concentration of radioactive materials in air. [1]

D'autres moyens de contrôle peuvent toutefois être utilisés :

(a) Quand il est pratiquement impossible d'appliquer des procédés d'ingénierie pour contrôler et maîtriser les concentrations des matières radioactives dans l'air à des niveaux inférieurs à ceux qui définissent une zone de radioactivité dans l'air, le titulaire doit, de façon compatible avec le maintien de l'équivalent de dose efficace à un niveau ALARA, augmenter la surveillance et limiter les incorporations par un ou plusieurs des moyens suivants :

- (1) Le contrôle d'accès
- (2) La limitation des durées d'exposition,
- (3) L'utilisation d'équipements de protection respiratoire, ou
- (4) D'autres contrôles.

(b) Si le titulaire réalise une étude ALARA pour déterminer si des protections respiratoires doivent ou non être utilisées, le titulaire peut considérer d'autres facteurs de sécurité que les facteurs radiologiques. Le titulaire devrait aussi considérer l'impact de l'utilisation des protections respiratoires sur la santé et la sécurité du travailleur.

10 CFR 20 : Subpart H – Respiratory Protection and Controls to Restrict Internal Exposure in Restricted Areas

§ 20.1702 Use of other controls

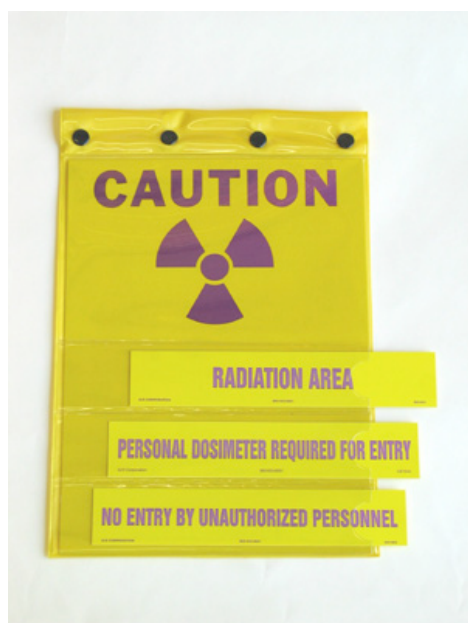
(a) When it is not practical to apply process or other engineering controls to control the concentrations of radioactive material in the air to values below those that define an airborne radioactivity area, the licensee shall, consistent with maintaining the total effective dose equivalent ALARA, increase monitoring and limit intakes by one or more of the following means:

- (1) Control of access*
- (2) Limitation of exposure time;*
- (3) Use of respiratory protection equipment; or*
- (4) Other controls.*

(b) If the licensee performs an ALARA analysis to determine whether or not respirators should be used, the licensee may consider safety factors other than radiological factors. The licensee should also consider the impact of respirator use on workers' industrial health and safety. [1]

2.6. Signalisation des zones

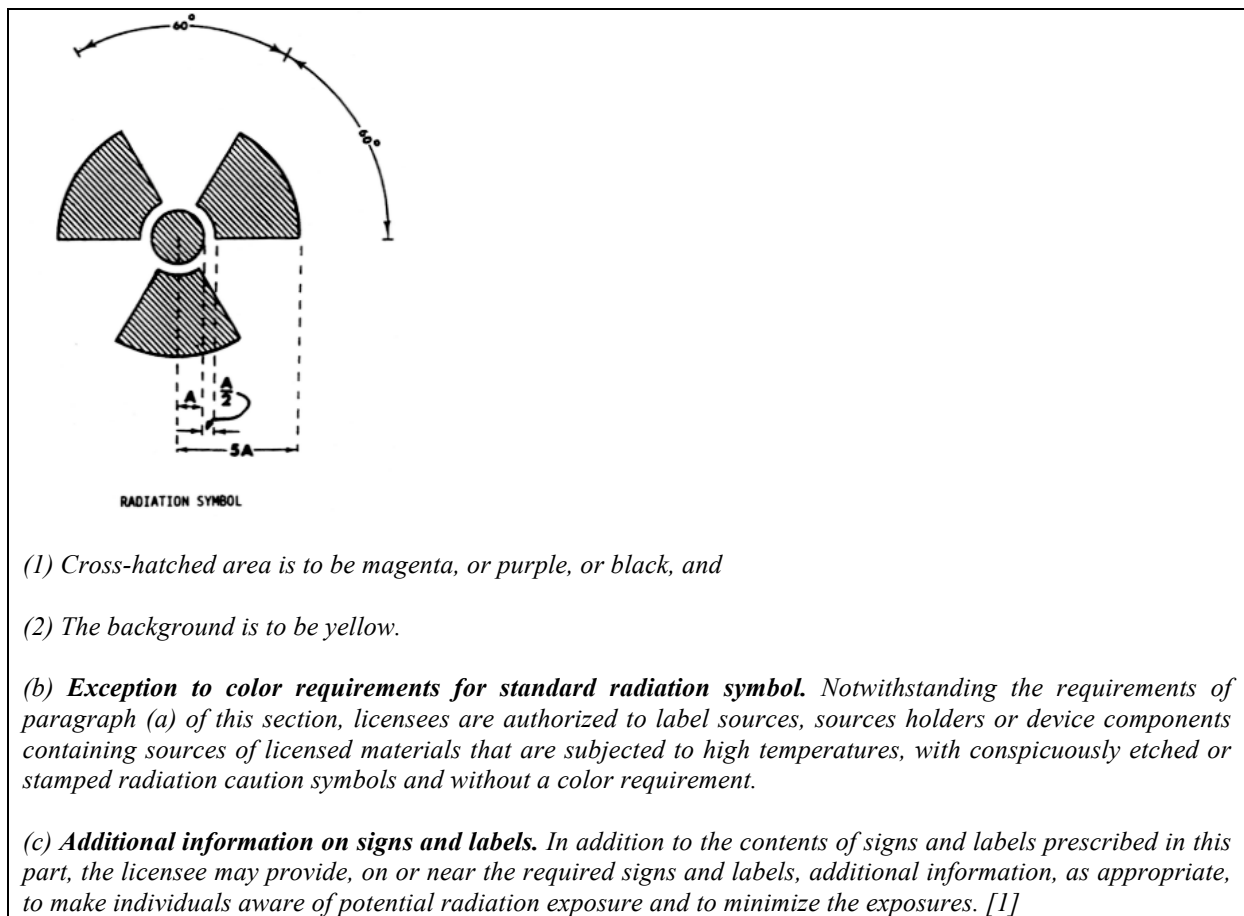
Les panneaux de signalisation à utiliser ainsi que les exigences concernant la signalisation sont décrits dans le 10 CFR 20. Le symbole standard des rayonnements (trisection) doit être utilisé sauf autorisation spéciale de la NRC, les couleurs utilisées doivent être le magenta, le violet ou le noir sur fond jaune.



En plus du panneau et des affiches prescrits dans cette section, le titulaire, s'il le juge nécessaire, peut fournir sur le panneau ou l'étiquette requis ou à côté, des informations complémentaires, pour informer les individus de la potentialité d'exposition aux rayonnements et minimiser leurs expositions.

10 CFR 20 : subpart J :- Precautionary Procedures
§ 20.1901 Caution signs

(a) **Standard radiation symbol.** Unless otherwise authorized by the Commission, the symbol prescribed by this part shall use the colors magenta, or purple, or black on yellow background. The symbol prescribed by this part is the three-bladed design:



Le titulaire doit signaler chaque zone de rayonnement avec une signalétique spécifique bien visible ou avec des panneaux portant le trisecteur et le message d’alerte suivant : "ATTENTION, ZONE DE RAYONNEMENT". Il doit également signaler les zones de rayonnement élevé de la même manière ou avec la mention suivante : "DANGER, ZONE DE RAYONNEMENT". Pour les zones de rayonnement très élevé, la mention "GRAVE DANGER, ZONE DE RAYONNEMENT TRES ELEVE" doit être inscrite et, pour les zones de radioactivité dans l'air : "ATTENTION, ZONE DE RADIOACTIVITE DANS L'AIR" ou "DANGER, ZONE DE RADIOACTIVITE DANS L'AIR".

Le titulaire doit également signaler chaque zone ou pièce dans laquelle est utilisée ou stockée une quantité de matière radioactive dépassant 10 fois la quantité de ces matières spécifiée à l'annexe C partie 20, avec un signe visible ou des panneaux portant le symbole des rayonnements et les mots "ATTENTION, MATIERES RADIOACTIVES" ou "DANGER, MATIERES RADIOACTIVES".

10 CFR 20 : Subpart J – Precautionary Procedures
§ 20.1902 Posting requirements

(a) **Posting of radiation areas.** The licensee shall post each radiation area with a conspicuous sign or sign bearing the radiation symbol and the words "CAUTION, RADIATION AREA".

(b) **Posting of high radiation areas.** The licensee shall post each high radiation area with a conspicuous sign or sign bearing the radiation symbol and the words "CAUTION, HIGH RADIATION AREA" or "DANGER, HIGH RADIATION AREA".

(c) **Posting of very high radiation areas.** The licensee shall post each very high radiation area with a conspicuous sign or sign bearing the radiation symbol and the words "GRAVE DANGER, VERY HIGH RADIATION AREA".

(d) Posting of airborne radiation areas. The licensee shall post each airborne radiation area with a conspicuous sign or sign bearing the radiation symbol and the words "CAUTION, AIRBORNE RADIATION AREA" or "DANGER, AIRBORNE RADIATION AREA".

(e) Posting of areas or rooms in which licensed materials is used or stored. The licensee shall post each area or room in which there is used or stored an amount of licensed materials exceeding 10 times the quantity of such material specified in appendix C to part 20 with a conspicuous sign or signs bearing the radiation symbol and the words "CAUTION, RADIOACTIVE MATERIAL (S)" or "DANGER, RADIOACTIVE MATERIAL (S)". [1]

Il existe des exceptions aux exigences d'affichage décrites ci-dessus. En effet, il n'est pas nécessaire d'afficher les panneaux d'avertissement dans les zones ou les salles contenant des matières radioactives pendant moins de 8 heures, si toutes les conditions suivantes sont remplies :

- Les matières sont constamment surveillées durant ces périodes par une personne qui prend les précautions nécessaires pour prévenir l'exposition des individus aux rayonnements ou aux matières radioactives dépassant les limites établies dans ce chapitre, et
- La zone ou la salle est sous la licence d'autorisation du titulaire.

Les locaux ou autres zones dans les hôpitaux qui sont occupés par des patients ne sont pas tenus d'être signalés avec des panneaux d'avertissement en vertu du § 20.1902 ci-dessus à condition que le patient puisse être libéré du contrôle en vertu du § 35.75 de ce chapitre. Le patient peut être libéré si la dose efficace totale que peut recevoir un autre individu provenant du patient est inférieure à 5 mSv. Le titulaire de l'autorisation peut donner des instructions au patient ou à sa famille si la dose efficace due à l'exposition au patient peut être supérieure à 1 mSv.

Une salle ou une zone contenant une source scellée n'a pas besoin d'affichage si le niveau de rayonnement à 30 cm de la surface du conteneur delà source ne dépasse pas 0,05 mSv/h.

Dans les hôpitaux ou les cliniques, les pièces utilisées pour la téléthérapie n'ont pas besoin d'affichage si :

- L'accès à la pièce est contrôlé suivant le 10 CFR 35.615 : chaque entrée doit être fermée par une porte et doit posséder un verrouillage électrique. Un contrôle doit être effectué avant chaque entrée pour contrôler que le niveau de rayonnements est au niveau du bruit de fond. Chaque salle de traitement doit être équipée d'un système de vidéosurveillance et d'un interphone pour surveiller le patient pendant l'irradiation. De plus, pour les débits de dose moyens ($2 \text{ Gy/h} < \text{débit de dose} < 12 \text{ Gy/h}$ au point ou à la surface prescrite) et pulsés, le titulaire doit exiger la présence d'un physicien médical pendant la procédure. Pour les débits de dose élevés ($\text{débit de dose} > 12 \text{ Gy/h}$ au point ou à la surface prescrits), en plus du physicien médical, un individu autorisé à utiliser l'appareil doit être présent.
- Le personnel présent prend les dispositions nécessaires pour éviter que les expositions des travailleurs, autres patients et membres du public dépassent les limites prescrites.

10 CFR 20 : Subpart J – Precautionary Procedures
§ 20.1903 Exceptions to posting requirements

(a) A licensee is not required to post caution signs in areas or rooms containing radioactive materials for period of less than 8 hours, if each of the following conditions is met:

(1) The materials are constantly attended during these periods by an individual who takes the precautions necessary to prevent the exposure of individuals to radiation or radioactive materials in excess of the limits established in this part; and

(2) The area or room is subject to the licensee's control

(b) Room or other areas in hospitals that are occupied by patients are not required to be posted with caution signs pursuant to § 20.1902 provided that the patient could be released from licensee control pursuant to § 35.75 of this chapter.

(c) A room or area is not required to be posted with a caution sign because of the presence of a sealed source provided the radiation level at 30 centimeters from the surface of the source container or housing does not exceed 0,005 rem (0,05 mSv) per hour.

(d) Rooms in hospital or clinics that are used for teletherapy are exempt from the requirement to post caution signs under §20.1902 if:

(1) Access to the room is controlled pursuant to 10 CFR 35.615; and

(2) Personnel in attendance take necessary precautions to prevent the inadvertent exposure of workers, other patients, and members of the public to radiation in excess of the limits established in this part. [1]

3. REGLES DE ZONAGE EN INSTALLATIONS NUCLEAIRES

3.1. Types de zones

3.1.1. Cas de la centrale nucléaire de Cook (exploitant AEP)

Des zones et critères supplémentaires sont définis

Zone d'accès restreint (Restricted area)

Cette zone concerne :

- toutes les zones dans lesquelles sont stockées, manipulées ou traitées des matières radioactives, ou les zones dans lesquelles les débits de dose sont supérieurs ou égaux à 15 µSv/h.
- toutes les zones dont l'accès est contrôlé afin de protéger les individus contre les risques d'exposition aux rayonnements et/ou matières radioactives.

Zone contenant des matières radioactives – RMA (Radioactive Material Area)

Zone de rayonnements

Cette zone concerne toutes les zones où le débit de dose est supérieur ou égal à 45 µSv/h à 30 cm et est inférieur à 0,9 mSv/h à 30 cm.

Zone de rayonnement élevé

Cette zone concerne toutes les zones où le débit de dose est supérieur ou égal à 0,9 mSv/h à 30 cm et inférieur à 9 mSv/h à 30 cm.

Zone de rayonnement élevé fermée (LHRA) (Locked High Radiation Area)

Cette zone concerne toutes les zones où le débit de dose est supérieur ou égal à 9 mSv/h à 30 cm et inférieur à 5 Gy/h à 1 mètre.

Zone de rayonnement très élevé fermée (LVHRA) (Locked Very High Radiation Area)

Cette zone concerne toutes les zones où le débit de dose est supérieur ou égal à 5 Gy/h à 1 mètre.

Zone d'exposition aux neutrons (NEA) (Neutron Exposure Area)

Cette zone concerne toutes les zones où le débit de dose du au rayonnement neutron est supérieur ou égal à 20 mSv/h.

Zone de contamination (CA) (Contaminated Area)

Cette zone concerne toutes les zones dans lesquelles la contamination surfacique libre dépasse l'une des limites suivantes :

- supérieure ou égale à 1000 dpm⁴/100 cm² (16,7 Bq/100 cm²) et inférieure à 100000 dpm/100 cm² (1,6 kBq/100 cm²) d'activité beta-gamma, ou
- supérieure ou égale à 20 dpm/100 cm² (0,3 Bq/100 cm²) de radioactivité alpha.

Zone de radioactivité dans l'air

Cette zone concerne toutes les zones pour lesquelles l'une des conditions suivantes est remplie :

- la somme des concentrations de radioactivité dans l'air en particules, iode et tritium est supérieure ou égale à 0,3 LDCA, ou
- la somme des concentrations en particules, iode, tritium et gaz noble est supérieure ou égale à 1,0 LDCA.

Zone de contamination élevée (HCA) (High Contamination Area)

Cette zone concerne toutes les zones où les niveaux de concentration de contamination non fixée sont supérieurs ou égaux à 100000 dpm/100 cm² (1,6 kBq/100 cm²) d'activité beta-gamma.

Point chaud (Hot Spot)

Un point est désigné "chaud" lorsque des composants à portée de main présentent des débits de dose supérieurs ou égaux à 1 mSv/h au contact et cinq fois supérieurs au débit de dose ambiant à 30 cm.

3.1.2. Cas de l'exploitant Exelon

L'exploitant Exelon utilise des critères différents concernant le zonage.

Zone de rayonnement élevé

Il s'agit d'une zone où les niveaux de rayonnement des sources externes peuvent donner lieu à une dose équivalente supérieure à 1 mSv en 1 heure à 30 cm de la source de rayonnement ou 30 cm de toute surface que le rayonnement pénètre.

Zone fermée de rayonnement élevé niveau 1

Il s'agit de toute zone, accessible aux individus, dans laquelle le débit de dose équivalente est supérieur ou égal à 10 mSv/h à 30 cm de la source ou de toute surface pénétrée par les rayonnements ionisants et inférieur à 5 Gy/h à 1 m.

Zone fermée de rayonnement élevé niveau 2

Il s'agit de toute zone, accessible aux individus, dans laquelle le débit de dose équivalente est supérieur à 15 mSv/h à 30 cm de la source de rayonnements ou de toute surface pénétrée par les rayonnements ionisants et inférieur à 5 Gy/h à 1 m et toute autre zone désignée par le RPM.

3.2. Caractéristiques des limites de zones dans le secteur nucléaire

Le Regulatory guide 8.38 détaille les caractéristiques des zones de rayonnement élevé et très élevé.

Les procédures de contrôle d'accès à ces zones doivent présenter au moins les points suivants :

- Planification des travaux
- Points couverts par la radioprotection
- Techniques et fréquence des contrôles
- Formation des travailleurs

⁴ Désintégration par minute

- *Pre-job briefing*
- Fréquence de mise à jour des permis de travail radiologique ou de leurs équivalents
- Positionnement des dosimètres de mesure et d'alarme.

Regulatory guide 8.38 : 1.2.1 Access Control Procedures

Access control procedures for high and very high radiation areas should address at least the following areas:

- (1) Job planning*
- (2) Radiation protection coverage*
- (3) Survey techniques and frequencies*
- (4) Training of workers*
- (5) Prework briefing*
- (6) Frequency for updating radiation work permits (RWPs) or their equivalent*
- (7) Placement of measuring and alarming dosimeters [2]*

Des contrôles physiques peuvent également être mis en place dans ces zones. Des barrières physiques, comme des chaînes à maillons ou des parois amovibles, peuvent être utilisées pour éviter que le personnel non autorisé accède aux zones de rayonnement élevé et très élevé.

Les barrières utilisées pour contrôler l'accès aux zones de rayonnement élevé doivent permettre de sécuriser convenablement les zones pour éviter les accès non autorisés et ne doivent pas être facilement contournables. Un individu qui pense à tort, pour quelque raison que ce soit, être autorisé à pénétrer dans la zone, ne doit pas pouvoir éviter et/ou contourner la barrière. Une barrière de 2 m de hauteur convient généralement pour contrôler l'accès à une zone de rayonnement élevé dans une centrale nucléaire.

Dans la mesure du possible, des barrières physiques doivent clôturer entièrement les zones de rayonnement très élevé de façon suffisante pour contrecarrer un contournement non détecté de la barrière. Pour cela, la barrière autour de la zone de rayonnement très élevé doit s'étendre suffisamment haut et empêcher toute personne d'escalader la barrière. Les entrées ou les points d'accès doivent être contrôlés. Des contrôles physiques peuvent être établis mais ils ne doivent pas empêcher l'accès du personnel à ces zones quand il est requis en cas d'urgence.

Regulatory guide 8.38 : 1.5 Physical controls

Physical barriers (such as chain link fencing or fabricated walls) may be used to prevent unauthorized personnel access to high and very high radiation areas. Barriers used to control access to high radiation areas should provide reasonable assurance that they secure the area against unauthorized access and cannot be easily circumvented. (That is, an individual who incorrectly assumes, for whatever reason, that he or she is authorized to enter the area, would be unlikely to disregard and/or circumvent the barrier.) A fence that is 2 meters (approximately 6 ft) high would normally be adequate to control access to a high radiation area at a nuclear power plant. To the extent practicable, physical barriers should completely enclose very high radiation areas in a manner that is sufficient to thwart undetected circumvention of the barrier. That is, fencing around very high radiation areas should extend to the overhead and preclude anyone from climbing over the fencing. Entrances or access points to these areas should be controlled, as described in Regulatory Positions 2 through 4. Physical controls should be established that do not preclude personnel access to these areas when access is required to respond to emergencies.[2]

3.3. Conditions d'accès dans le secteur nucléaire

Dans le Regulatory guide 8.38, plus de précisions sont données concernant l'accès en zone de rayonnement élevé et très élevé (LHRA, VHRA). Dans le 10 CFR 20 §20.1601, différentes options sont proposées en ce qui concerne la limitation d'accès aux zones de rayonnement élevé; la plus utilisée dans les centrales nucléaires est de garder la zone fermée.

Une grande installation comme une centrale nucléaire peut mettre en place des contrôles d'accès adaptés à l'utilisation du permis de travail radiologique ou d'un autre programme équivalent. Chaque zone de rayonnement élevé doit être "barricadée", signalée de manière évidente et l'entrée doit en être contrôlée par l'émission d'un permis de travail radiologique ou équivalent. Des individus formés et qualifiés sur les procédures de radioprotection ou le personnel accompagné de manière continue par des personnes qualifiées peuvent être exemptés de permis de travail radiologique pendant la durée de leur tâche en zone de rayonnement élevé où les doses de rayonnement pouvant être reçues sont inférieures ou égales à 10 mSv/h à 30 cm de toute source de rayonnements dans la mesure où ils suivent les procédures de radioprotection de l'installation ou un permis de travail radiologique générique en ce qui concerne l'entrée en zone de rayonnement élevé.

La barrière peut être une corde, un ruban ou tout autre obstacle remarquable et sécurisé qui entoure complètement la zone et en bloque l'entrée.

De plus, les zones accessibles au personnel qui ont des niveaux de rayonnements supérieurs à 10 mSv/h à 30 cm de la source de rayonnement ou de toute surface pénétrée par les rayonnements mais inférieurs à 5 Gy/h à 1 mètre doivent avoir des portes fermées à clé pour éviter les entrées non autorisées ; les clés doivent être conservées sous le contrôle administratif du responsable de l'équipe en service ou du superviseur RP. Les portes doivent restées fermées sauf pendant les périodes d'accès du personnel ayant un permis de travail radiologique qui spécifie le débit de dose dans la zone de travail et le temps maximum de travail de chaque individu. Dans les zones de rayonnement élevé, accessibles au personnel, avec des débits de dose pouvant être supérieures à 10 mSv/h qui se situent dans des zones où il n'existe pas d'enceinte, et où aucune enceinte ne peut être construite, pour clôturer la zone, la zone doit être délimitée et signalée visiblement.

Regulatory guide 8.38 : 2.4 Alternative methods for Access Controls

Each high radiation area, as defined in 10 CFR Part 20, should be barricaded and conspicuously posted as a high radiation area, and entrance thereto should be controlled by requiring issuance of an RWP or equivalent. Individuals trained and qualified in radiation protection procedures (e.g., a health physics technician) or personnel continuously escorted by such individuals may be exempted from this RWP requirement while performing their assigned duties in high radiation areas where radiation doses could be received that are equal to or less than 1.0 rem (0.01 Sv) in 1 hour [measured at 30 centimeters (11.8 in.) from any source of radiation] provided that they are otherwise following plant radiation protection procedures, or a general radiation protection RWP, for entry into such high radiation areas.

In addition, areas that are accessible to personnel and that have radiation levels greater than 1.0 rem (0.01 Sv) [but less than 500 rads (5 Gy) at 1 meter (3.3 ft)] in 1 hour at 30 cm (11.8 in.) from the radiation source, or from any surface penetrated by the radiation, should be provided with locked doors to prevent unauthorized entry, and the keys should be maintained under the administrative control of the shift supervisor on duty or health physics supervisor. Doors should remain locked except during periods of access by personnel under an approved RWP that specifies the dose rates in the immediate work areas and the maximum allowable stay time for individuals in that area.

Individual high radiation areas that are accessible to personnel, which could result in radiation doses greater than 1.0 rem (0.01 Sv) in 1 hour, and that are within large areas where no enclosure exists to enable locking and where no enclosure can be reasonably constructed around the individual area should be barricaded and conspicuously posted. [2]

3.3.1. Cas de la centrale nucléaire de Cook

Chaque entrée en LHRA ou VHRA doit être contrôlée par une fermeture et une clé unique à cet accès. Le mécanisme de fermeture peut consister en :

- un mécanisme interne de verrouillage installé dans la porte/portail, à condition que le système électronique de contrôle de verrouillage ait été désactivé pour cette porte/portail,
- un mécanisme de verrouillage externe (chaîne et cadenas, loquet et serrure, barre et serrure) ou d'autres mécanismes approuvés par un superviseur RP.

Le mécanisme de contrôle électronique de fermeture ne doit pas être utilisé comme unique mécanisme de contrôle pour les accès aux zones LHRA ou VHRA.

Si l'accès à une zone LHRA ne peut pas être fermé physiquement par un système de verrouillage et de clef, il faut alors la signaler ainsi :

- délimiter la zone (barrière physique ou corde)
- signaler de manière visible tous les côtés accessibles
- installer un système lumineux clignotant ou garder continuellement l'accès à la zone.

3.3.2. Cas particulier de l'exploitant Exelon

L'accès aux zones LHRA doit être délimité par une barrière verrouillable solide. Si une porte n'est pas présente de manière permanente, la barrière d'accès doit être constituée d'une chaîne à maillons ou de murs amovibles. Les barrières doivent assurer la sécurité de la zone contre un accès non autorisé et qu'elles ne sont pas facilement contournables.

3.4. Signalisation dans l'industrie nucléaire

Une alarme clignotante doit signaler toute zone de rayonnement élevé ou très élevés où le débit de dose dépasse ou est susceptible de dépasser 10 mSv/h à 30 cm de la source ou de toute surface pénétrée par les rayonnements.

3.4.1. Cas de la centrale nucléaire de Cook

La signalisation des zones à la centrale nucléaire de Cook est la suivante.

Zone d'accès restreint

Si la zone est signalée seulement en raison des débits de dose, alors la signalisation doit indiquer que la zone est exempte de toute exigence de contrôle de contamination. Elle est signalée par un panneau "ATTENTION – Zone d'accès restreint".

Zone contenant des matières radioactives (RMA)

Il est nécessaire de signaler RMA lorsque :

- la zone est désignée pour utiliser ou stocker des matières radioactives (sauf exceptions).
- la zone est signalée d'accès restreint (sauf exception).

Les exceptions sont les suivantes :

- les pièces ou zones dans lesquelles les matières sont stockées pour une durée inférieure à 8 h et une personne est constamment présente dans cette zone pour empêcher une exposition des individus à des doses supérieures aux limites et la zone est sous le contrôle de l'exploitant.
- Lorsqu'il existe une signalisation spécifique pour les sources radioactives.

Elle est signalée par un panneau "ATTENTION – Zone contenant des matières radioactives".

Zone de rayonnement

Cette zone est signalée par un panneau "ATTENTION – Zone de rayonnement".

Zone de rayonnement élevé

Cette zone est signalée par un panneau "DANGER – Zone de rayonnement élevé".

Zone de rayonnement élevé fermée

Cette zone est signalée par un panneau "DANGER – Zone de rayonnement élevé fermée".

Zone de rayonnements très élevé fermée

Cette zone est signalée par un panneau "GRAVE DANGER – Zone de rayonnement très élevé fermée".

Zone d'exposition aux neutrons

Cette zone est signalée par un panneau "ATTENTION – Zone d'exposition aux neutrons".

Zone de contamination

Cette zone est signalée par un panneau "ATTENTION – Zone de contamination".

Zone de radioactivité dans l'air

Cette zone est signalée par un panneau "ATTENTION – Zone de radioactivité dans l'air".

Zone de contamination élevée

Cette zone est signalée par un panneau "ATTENTION – Zone de contamination élevée".

3.4.2. Cas de l'exploitant Exelon

Dans ses référentiels, Exelon précise la signalisation que doivent présenter les différentes zones. Les zones sont signalées suivant les règles édictées dans le 10 CFR 20.

Zone de rayonnement élevé fermée :

Cette zone est signalée par un panneau "ATTENTION – Zone de rayonnement élevé fermée" ou "DANGER – Zone de rayonnement élevé fermée".

Zone de contamination

Cette zone est signalée par un panneau "ATTENTION – Zone de contamination".

A l'entrée d'une zone de contamination, en plus du panneau décrit précédemment, un panneau "Zone Rouge" peut être ajouté lorsque la contamination non fixée peut dépasser 500 000 dpm (8,3 kBq). Une "Zone Jaune" peut également être identifiée et signalée autour d'un Zone Rouge.



4. REFERENCES

- [1] **U.S. Nuclear Regulatory Commission Regulations : Title 10, Code of Federal Regulations – Part 20 : Standards for protection against radiation**
- [2] **U.S. Nuclear Regulatory Commission Regulations : Regulatory Guide 8.38 : Control of access to high and very high radiation areas in nuclear power Plants**

Procédure Exelon

- [3] **Radiological posting, labelling, and marking standard – RP-AA-376 – Revision 6**
- [4] **RP-AA-376-1001, Rev 006, RADIOLOGICAL POSTING, LABELING AND MARKING STANDARD**

Procédures AEP (Cook)

- [5] **High, Locked High, and Very High Radiation area access – PMP-6010-RPP-003; Rev 20**
- [6] **Radiological Posting – 12-THP-6010-RPP-418, rev16.**

- [7] **New-York State Sanitary Code, Part 16 Licensing radioactive materials, April 18, 2001.**

Documents complémentaires à consulter sur le volet médical (payants) :

- NCRP, Report No. 147 - Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities (2004)
- NCRP, Report No. 151 - Structural Shielding Design and Evaluation for Megavoltage X- and Gamma-Ray Radiotherapy Facilities (2005)
- NCRP, Report No. 148 - Radiation Protection in Veterinary Medicine (2004)
- NCRP, Report No. 147 - Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities (2004)
- NCRP Report No. 145 - Radiation Protection in Dentistry (2003)

FICHE PAYS - FINLANDE

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	53
2.	REGLES DE ZONAGE DANS LA REGLEMENTATION GENERALE	53
	2.1. Rôle et philosophie du zonage	53
	2.2. Types d'installations concernées par la réglementation	53
	2.3. Evaluation de la nature et de l'ampleur du risque avant classification	54
	2.4. Types de zones	55
	2.5. Caractéristiques des limites de zones	56
	2.6. Conditions d'accès dans les zones contrôlées	56
	2.7. Signalisation des zones	56
3.	REGLES DE ZONAGE EN INSTALLATIONS NUCLEAIRES	57
	3.1. Délimitation des zones contrôlées	57
	3.2. Accès aux zones contrôlées ou surveillées	59
4.	REGLES DE ZONAGE DANS LE SECTEUR MEDICAL	60
	4.1. Délimitation des zones contrôlées	60
	4.2. Exemples de classification de zones	61
	4.3. Signalisation des zones : cas de la radiothérapie	63
5.	REGLES DE ZONAGE DANS LE DOMAINE DE LA RADIOGRAPHIE INDUSTRIELLE	64
	5.1. Délimitation de zones en radiographie industrielle	64
	5.2. Signalisation des zones	65
6.	REGLES DE ZONAGE DANS LES INSTALLATIONS UTILISANT DES RAYONS X	66
7.	REFERENCES	66

1. INTRODUCTION

La réglementation finlandaise relative à la désignation des zones réglementées est inscrite dans le Radiation Act [1] qui concerne l'utilisation de tous les rayonnements (ionisants ou non) et les autres pratiques qui entraînent ou peuvent entraîner l'exposition à des rayonnements dangereux pour la santé humaine.

Cette réglementation générale est peu prescriptive: elle est complétée par deux guides réglementaires qui précisent la gestion des zones surveillées et contrôlées ainsi que la signalétique à utiliser : le guide ST 1.3 "*Warning Signs for radiation sources*" [2] et le guide ST 1.6 "*Operational Radiation Safety*" [3].

Pour renforcer et préciser la mise en œuvre de la réglementation dans différents secteurs, des guides ont été publiés par les autorités (STUK). Ils s'appuient sur les guides ST 1.3 et ST 1.6 mais précisent des spécificités du domaine traité. A noter en particulier les guides suivants :

- ST 2.2 "Radiation safety of radiotherapy equipment and treatment rooms" [4]
- ST 3.2 "Mammography equipment and their use" [5]
- ST 3.6 "Radiation safety in X-ray facilities" [6]
- ST 5.1 "Radiation safety of sealed sources and devices containing them" [7]
- ST 5.6 "Radiation safety in industrial radiography" [8]
- ST 6.1 "Radiation safety when using unsealed sources" [9]

Dans l'industrie nucléaire, un guide spécifique a été publié par les autorités : YVL 7.9 "*Radiation protection of workers at nuclear facilities*" [10].

Les textes cités proviennent de la traduction anglaise des guides publiée par les Autorités de Sécurité Finlandaise STUK. Si nécessaire, il convient de se rapporter aux textes officiels originaux.

2. REGLES DE ZONAGE DANS LA REGLEMENTATION GENERALE

2.1. Rôle et philosophie du zonage

La réglementation finlandaise donne peu d'éléments sur la philosophie du zonage. La classification des zones s'inscrit dans l'ensemble des mesures destinées à assurer la radioprotection des travailleurs et des autres personnes situées dans un lieu où les rayonnements sont utilisés (guide ST1.6 [9]).

2.2. Types d'installations concernées par la réglementation

Le Radiation Act concerne l'utilisation des rayonnements (ionisants et non ionisants) et les autres pratiques qui entraînent ou peuvent entraîner l'exposition à des rayonnements dangereux pour la santé humaine.

Les différents guides réglementaires concernent différents secteurs et utilisations particulières de certains appareils.

En ce qui concerne la radiographie industrielle, deux types d'installations sont définis :

- Installation fermée : l'appareil de radiographie a été placé dans une enceinte protégée où seules les personnes autorisées peuvent entrer.
- Installation ouverte : la radiographie est réalisée dans une zone isolée et gardée sans barrières fixes comme un mur par exemple.

2.3. Evaluation de la nature et de l'ampleur du risque avant classification

L'évaluation du risque est de la responsabilité du "responsible party" c'est-à-dire :

- Le détenteur de l'autorisation (« licensee »),
- Toute entreprise qui utilise les rayonnements ionisants dans ses activités,
- Tout employeur ou travailleur indépendant impliquée dans des pratiques utilisant des rayonnements ionisants.

Pour l'évaluation des risques, le "radiation safety officer" doit être consulté et, éventuellement, un physicien médical qualifié pour l'utilisation médicale des rayonnements ou un expert qualifié peut participer à cette évaluation.

ST 1.6 § 2.1 The responsible party shall be responsible for safety – Practices shall be planned and risks shall be identified in advance

The responsible party shall plan and implement all radiation protection measures necessary. When radiation safety measures are being planned and implemented, the responsible party shall consult the radiation safety officer. When necessary, other experts shall also be consulted in advance, such as a medical physics expert for medical use of radiation, and a qualified expert in other uses of radiation when such an expert has been nominated. [3]

La classification des zones se fait en fonction :

- De la nature de l'utilisation des sources de rayonnement utilisées,
- Des doses annuelles estimées dues à la pratique
- Des risques de contamination,
- Des expositions potentielles.

De plus, une attention particulière doit être portée à la possibilité de survenue d'événements anormaux pouvant donner lieu à des expositions plus élevées que celles observées en situation normale.

ST 1.6 § 2.1 The responsible party shall be responsible for safety – Practices shall be planned and risks shall be identified in advance

In radiation work, workplaces shall be classified into controlled areas and supervised areas, where appropriate. The classification shall take into account the nature of the use of radiation sources, the estimated annual doses caused by the practice, the hazard of contamination and the potential exposure. In addition, attention shall be paid to the possibility of an abnormal event, which might result in radiation exposure high in comparison with the exposure caused by normal operations. [3]

La délimitation des zones surveillées et l'adéquation des mesures de protection doivent être assurées par des contrôles et mesures régulières. En zone surveillée, des contrôles de contamination doivent être réalisés de façon régulière lors de l'utilisation de sources non scellées.

En ce qui concerne les installations nucléaires, le guide YVL 7.9 [10] ajoute que la classification des zones doit être établie sur la base des mesures de débit de dose et de la concentration d'activité atmosphérique et de contamination surfacique.

2.4. Types de zones

Le *Radiation Act* mentionne que l'employeur doit désigner, si nécessaire, deux types de zones :

- une zone contrôlée
- une zone surveillée

Le *Radiation Act* ne précise pas les critères de délimitation et de classement des zones. Ceux-ci sont définis dans le guide ST 1.6 relatif aux caractéristiques des zones surveillées et contrôlées.

***Radiation Act - Chapter 9 (23.12.1998/1142) -Radiation work
Section 32 (23.12.1998/1142) Protection of workers***

The responsible party shall plan and implement protection of workers according to the following principles:

- *the radiation exposure to which workers are subjected and the factors affecting this exposure shall be investigated in advance, also having regard to exceptional working conditions,*
- *working areas shall, where necessary, be classified as controlled areas and supervised areas, and*
- *workers who must be individually monitored for radiation exposure shall be classified in a separate group (category A).*

The principles for classifying workers and monitoring radiation exposure shall be stipulated by Decree. STUK shall specify more detailed requirements and issue instructions for the protection of workers and the monitoring of radiation exposure.

2.4.1. Zone contrôlée

Une zone contrôlée est une zone dans laquelle la présence de travailleurs permanente ou temporaire peut donner lieu à :

- une dose efficace individuelle annuelle supérieure à 6 mSv,
- une dose équivalente annuelle au cristallin supérieure à 45 mSv,
- une dose équivalente au niveau des mains, pieds ou de la peau supérieure à 150 mSv.

Et ce, en tenant compte de la possibilité d'un incident pouvant donner lieu à des doses anormales.

Une zone peut également être désignée comme contrôlée si les risques de rayonnements ionisants ou de contamination font que des règles de sûreté et des procédures spéciales sont nécessaires pour pouvoir travailler dans cette zone.

ST 1.6 § 3.1 Workplaces in radiation work shall be classified – How are controlled and supervised areas defined?

*Such working places and other areas shall be defined as **controlled areas** in which:*

- *During regular or temporary stay, the effective dose for a worker exceeds or may exceed 6 mSv per year, or the equivalent dose to the lens of the eye 45 mSv per year, and the equivalent dose to the hands, feet and skin 150 mSv per year, allowing for the possibility of a work-related incident resulting in abnormal radiation exposure;*
- *Due to a radiation and contamination hazard, working requires special safety instructions and procedures. [3]*

2.4.2. Zone surveillée

Une zone est classée « surveillée » lorsque celle-ci n'est pas une zone contrôlée mais pour laquelle :

- la dose efficace annuelle d'un travailleur est susceptible de dépasser 1 mSv, ou
- la dose annuelle équivalente au cristallin est susceptible de dépasser 15 mSv, ou
- la dose annuelle équivalente au niveau des mains, des pieds et de la peau est susceptible dépasser 50 mSv.

ST 1.6 § 3.1 Workplaces in radiation work shall be classified – How are controlled and supervised areas defined?

*Such areas are classified as **supervised areas** which are not controlled areas but in which the annual effective dose of a worker may exceed 1 mSv, or the equivalent dose to the lens of the eye may exceed 15 mSv, or the equivalent dose to the hands, feet or skin may exceed 50 mSv. [3]*

2.5. Caractéristiques des limites de zones

Les différentes zones peuvent être séparées les unes des autres. La classification des zones peut être temporaire, pour la durée d'une procédure spécifique.

Les zones contrôlées doivent être délimitées. Les accès non autorisés doivent être évités par des structures, un verrouillage de sécurité, ou un contrôle d'accès.

En ce qui concerne l'industrie nucléaire, les zones contrôlées autres que la zone la plus faible doivent être fermées à clef ou un contrôle doit être effectué en limite de zone pour éviter que des personnes non autorisées pénètrent en zone contrôlée.

2.6. Conditions d'accès dans les zones contrôlées

En ce qui concerne les zones contrôlées, l'accès est restreint aux personnes ayant reçu une formation appropriée, connaissant les instructions de sécurité à observer et les risques associés aux rayonnements ionisants ou à la contamination dus à une présence ou un travail dans la zone.

Toute personne travaillant régulièrement ou pour de longues périodes en zone contrôlée doit avoir au moins 18 ans. Les étudiants et apprentis peuvent participer à l'utilisation des sources de rayonnement dans ces zones si cela est nécessaire dans leur formation.

ST 1.6 § 3.2 Workplaces in radiation work shall be classified – What is required of a controlled area?

The area shall be delineated, and access to it shall be restricted to those individuals with appropriate training who are required and essential for the work in the area and fully aware of the safety instructions to be observed as well as the radiation or contamination hazards associated with staying or working in the area.

Anyone working in a controlled area repeatedly or for long periods must be at least 18 years old. Students and apprentices in the ages of 16–17 may participate in the use of radiation sources in these areas insofar as it is necessary for their vocational training (see item 4.2). [3]

2.7. Signalisation des zones

Les sources de rayonnement dans une zone contrôlée ou surveillée contenant des matières radioactives doivent être marquées de façon à indiquer les informations essentielles et les risques concernant chaque source (radionucléide et activité, date, débit de dose, contamination, ...)

Chaque zone doit comprendre la signalétique suivante :

- une signalétique spécifique "zone contrôlée" et la signalisation de risque de rayonnements,
- une signalétique spécifique ne sera pas exigée si la signalisation démontre d'une autre façon que la zone est contrôlée (à l'aide d'un panneau par exemple). Dans le domaine médical, par exemple, une signalisation acceptable consiste à indiquer "salle d'examens aux rayons X" ou "salle de radiothérapie". Dans une salle d'opération ou salle d'hôpital ou lors de l'utilisation industrielle des rayonnements ionisants, une signalisation acceptable consiste à signaler durant le temps d'irradiation pour indiquer le risque de rayonnements.
- Une signalétique d'avertissement, des alarmes lumineuses et des signaux acoustiques doivent clairement indiquer toute source radioactive en fonctionnement.

ST 1.6 § 3.2 Workplaces in radiation work shall be classified – What is required of a controlled area?

- The area must be marked. It is good practice to use a specific “Controlled Area” sign which also displays a warning sign indicating radiation hazard. A specific sign is not required, however, if the markings show otherwise that the area is controlled. In the context of medical use of radiation, an acceptable marking consists of, for example, the marking “X-Ray examination room” or “Radiotherapy room”. In an operating room or hospital ward or in industrial use of radiation, an acceptable marking consists of a sign set up for the time of irradiation to indicate the radiation hazard.

- The warning markings, alarm lights and acoustic signals in use shall clearly indicate any radiation sources in operation. [3]

3. REGLES DE ZONAGE EN INSTALLATIONS NUCLEAIRES

3.1. Délimitation des zones contrôlées

Des critères supplémentaires sont définis dans le guide YVL 7.9 en ce qui concerne les zones surveillées et contrôlées dans les installations nucléaires. La délimitation des zones surveillées et contrôlées doit être réalisée après des mesures systématiques de débit de dose, de contamination surfacique et de contamination atmosphérique.

YVL 7.9 § 5.1 Area and zone division based for zone division

Dose rate measurements and determinations of the concentration of airborne activity and surface contamination (surface activity) shall be systematically conducted at the facility. Based on the results of measurements, the workplaces are classified into controlled and supervised areas. Area outside of the controlled and supervised areas is an unclassified area in terms of radiation protection.

3.1.1. Zones contrôlées

Les critères de définition des zones contrôlées sont les suivants :

- un débit de dose supérieur à 3 $\mu\text{Sv/h}$, ou
- la présence des travailleurs dans cette zone (estimée à 40 h par semaine) pouvant entraîner une dose interne de 1 mSv/an.

YVL 7.9 § 5.3 Area and zone division based on radiation conditions at the faculty - Controlled area

At least those premises of the facility, where the external radiation dose rate may exceed a value of 3 $\mu\text{Sv/h}$ or where a 40 hour weekly stay may cause an internal radiation dose exceeding 1 mSv per year, shall be defined as a controlled area. [10]

De plus, au minimum trois sous zones doivent être définies dans la zone contrôlée :

- Zone la plus faible (sur tous les critères):
 - o un débit de dose externe $\leq 25 \mu\text{Sv/h}$
 - o une activité surfacique :
 - émetteurs beta $\leq 4 \text{ Bq/cm}^2$
 - émetteurs alpha $\leq 0,4 \text{ Bq/cm}^2$
 - o une activité atmosphérique $\leq 0,3 \text{ LDCA}$

- Zone la plus élevée (si l'un des critères est vérifié):
 - o un débit de dose externe $\geq 1 \text{ mSv/h}$
 - o une activité surfacique :
 - émetteurs beta $\geq 40 \text{ Bq/cm}^2$
 - émetteurs alpha $\geq 4 \text{ Bq/cm}^2$
 - o une activité atmosphérique $\geq 30 \text{ LDCA}$

- Au moins une zone supplémentaire doit être définie entre ces deux zones.

Le débit de dose externe, la contamination surfacique ou la concentration en activité atmosphérique peut localement excéder la limite de classification si la sous zone en question est séparée par des barrières d'accès et est marquée par une signalisation indiquant la situation radiologique, les limites potentielles de durée de présence des travailleurs à l'intérieur de la zone et les équipements de protection requis.

La LDCA est déterminée sur la base d'une limite annuelle de la dose efficace de 50 mSv.

Les sources de rayonnement exceptionnelles doivent toujours être marquées de façon visible.

YVL 7.9 § 5.4 Area and zone division based on radiation conditions at the faculty - Zones of controlled area

The premises of the controlled area shall be divided into zones based on external dose rate, surface contamination and concentration of airborne activity. There shall be at least three zones.

The following conditions shall be fulfilled in the premises of the lowest zone:

- *External dose rate $\leq 25 \mu\text{Sv/h}$*
- *Surface contamination: beta emitters $\leq 4 \text{ Bq/cm}^2$ alpha emitters $\leq 0,4 \text{ Bq/cm}^2$*
- *Concentration of airborne activity $\leq 0,3 \text{ DAC}$ (Derived Air Concentration).*

The highest zone consists of premises where only short-term, beforehand carefully planned stays are allowed. At least those premises, where one of the following conditions is fulfilled, belong to this zone:

- *External dose rate $\geq 1 \text{ mSv/h}$*
- *Surface contamination: beta emitters $\geq 40 \text{ Bq/cm}^2$ alpha emitters $\geq 4 \text{ Bq/cm}^2$*
- *Concentration of airborne activity $\geq 30 \text{ DAC}$. [10]*

Zonage de la centrale nucléaire de Loviisa

Le zonage de la centrale nucléaire de Loviisa est basé sur les valeurs réglementaires, en ajoutant trois couleurs :

Quantité (unité)	Zone Verte	Zone Orange	Zone Rouge
Débit de dose (mSv/h)		0,025	1,00
Activité atmosphérique (LDCA)		0,30	30
Contamination surfacique (Bq/cm ²)	β / γ	4	40
	α	0,4	4

3.1.2. Zones surveillées

Une zone est définie comme surveillée si :

- la dose efficace annuelle est susceptible de dépasser 1 mSv dans certains endroits, ou
- la dose équivalente annuelle au cristallin peut dépasser 15 mSv, ou
- la dose équivalente annuelle au niveau des mains, des pieds et de la peau peut dépasser 50 mSv.

YVL 7.9 § 5.2 Area and zone division based on radiation conditions at the faculty - Supervised area

If the effective dose may exceed 1 mSv in a certain area, the equivalent dose to an eye 15 mSv or the equivalent dose to hands, feet or skin 50 mSv per year, the area shall be defined at least as a supervised area.

Working conditions in the supervised area and, when necessary, individual exposure shall be monitored according to the nature and extent of radiation exposure. Radiation sources in the area and the associated radiological danger shall be appropriately marked. The markings shall, if necessary, indicate that the area is a supervised area.

Workers shall be provided with instructions on working in the supervised area, use of radiation sources and radiological danger associated with the sources. Radiological conditions of the supervised area, outlines of the area and adequacy of the protective measures shall be verified with regular inspections.[10]

3.2. Accès aux zones contrôlées ou surveillées

Le guide YVL 7.9. précise quelques éléments pour la circulation en zone contrôlée dont notamment la nécessité que les accès aux différentes zones (sauf la plus faible) soient fermés ou au moins contrôlés. Par ailleurs, il est précisé qu'un « permis de travail radiologique » doit être délivré pour tout travail en zone contrôlée. Ce permis mentionne notamment les conditions de travail et les obligations en termes de mesure de débit de dose et de contamination atmosphérique et surfacique. Enfin, les travailleurs entrant en zone contrôlée doivent avoir été formés sur la réglementation radioprotection, les fondamentaux des rayonnements et du risque radiologique, les règles à respecter en zone contrôlée et les techniques de mesure.

YVL 7.9 § 5.5 Movement in controlled area,

The access to the controlled area shall be monitored. Premises except those of the lowest zone shall be locked up or monitored

At least protective overalls and shoe covers shall be used as protective clothing, complemented by necessary additional protective gear (protective gloves and shoes, respirators) required in the task. Protective overalls may be replaced by protective coats in justified exceptions if the contamination risk of clothes is low.

§6 Radiation work permit

A radiation work permit is needed for radiation work conducted in the controlled area. A permanent permit may be issued for routine and repetitive tasks. The methods and responsibilities for issuing of the radiation work permit shall be defined in the radiation protection procedures of the facility.

The radiation work permit or related documents shall include at least

- author and acceptor of the permit
- date of granting
- names of workers (or supervisor and headcount)
- task and radiation conditions in the workplace
- job description
- requirements concerning measurement of dose rate, surface contamination and airborne activity
- work-specific dose monitoring
- safety instructions and protective equipment.

§7 Radiation protection training

According to the Radiation Act, workers shall be provided with training and instructions for their duties taking into account the features of work and conditions at the workplace.

Training provided to personnel working in the controlled area shall at least include the applicable parts of the radiation legislation and regulations issued by virtue of it, fundamentals of radiation and radiological risks, instructions for working in the controlled area as well as information on the monitoring of radiation exposure.

4. REGLES DE ZONAGE DANS LE SECTEUR MEDICAL**4.1. Délimitation des zones contrôlées****4.1.1. Radiothérapie**

Le guide réglementaire ST 2.2 concerne uniquement les équipements de radiothérapie et les salles de traitement. En radiothérapie, les salles de traitement doivent être classées en zone contrôlée. Les salles adjacentes à la salle de traitement où un travail régulier est effectué doivent être, en général, classées en zone surveillée (voir Guide 1.6 pour plus de détails sur la classification des zones).

ST 2.2 § 2 General Protection Principles

In radiotherapy, the treatment rooms where radiotherapy equipment is used shall be classified as controlled areas. The rooms adjacent to the treatment room where regular work is carried out shall, in general, be classified as supervised areas. The classification of areas is dealt with in more detail in Guide ST 1.6. [4]

Les protections mises en place autour des salles doivent être conçues de sorte que les limites de dose soient respectées.

Pour appliquer le principe d'optimisation, les contraintes de dose suivantes sont à respecter :

- 6 mSv sur 1 année dans les salles adjacentes aux salles de traitement classées en zones surveillées,
- 0,3 mSv sur 1 année pour les salles adjacentes non classées en zones surveillées et où des personnes non autorisées n'ont pas de restrictions d'accès.

ST 2.2 § 2 General Protection Principles

Shielding of the rooms adjacent to the treatment room shall be designed and constructed in such a way that the dose limits laid down in Amendment 1143/1998 to the Radiation Decree (1512/1991) are not exceeded under any circumstances. For the purpose of implementing the principle of optimization and taking into account the exposure from the different radiation sources, the design of the shielding shall be based on the dose constraints referred to in section 7 of the Radiation Decree. The dose constraints (effective doses) used in radiotherapy are:

- 6 mSv a year in rooms adjacent to the treatment room, defined as supervised areas
- 0.3 mSv a year in rooms outside the radiotherapy treatment rooms, not classified as supervised areas, to which unauthorized persons have unrestricted access. [4]

Des limites basées sur un débit de dose hebdomadaire, dérivées de la contrainte de dose, sont en général utilisées lors de la conception et de la construction des salles de traitement. Ces limites sont :

- pour les zones surveillées : 120 µSv/semaine,
- pour les autres zones : 6 µSv/semaine.

De plus la conception de ces salles doit être réalisée de telle sorte que le débit de dose instantané dans les salles adjacentes à la salle de traitement n'excède pas 20 µSv/h dans les zones où des personnes sont présentes ou travaillent régulièrement.

ST 2.2 § 3.1.1 Structural Shielding – Shielding of rooms adjacent to the treatment room – Planning Limits

Planning limits based on weekly dose rates derived from the dose constraints are, in general, used when designing the construction of the treatment room. These planning limits are:

- supervised area: 120 µSv/week
- other area: 6 µSv/week.

In addition, the constructions shall be designed in such a way that the instantaneous dose rate in the rooms adjacent to the treatment room does not exceed 20 µSv/h in areas where people stay or work regularly. [4]

4.1.2. Mammographie

Le guide réglementaire ST 3.2 concernant l'utilisation des appareils de mammographie précise que si plus de 4000 examens par an sont réalisés avec un équipement de mammographie, les alentours immédiats dudit équipement doivent être classés en zone surveillée. Si moins d'examens sont réalisés sur une année, un tel classement ne sera pas nécessaire.

ST 3.2 § 3 Radiation Shielding of Place of Use

If more than 4000 examinations are performed annually using a mammography equipment, then the immediate surroundings of the said equipment are to be designated as a supervised area. No such classification need be made if fewer than this number of exposures occur annually. [5]

4.2. Exemples de classification de zones

Ces exemples sont donnés en Annexe B du guide ST 1.6.

- Equipement fixe à rayons X : la zone contrôlée est la zone proche du patient qui, pendant l'irradiation, est exposée au rayonnement primaire ou au rayonnement diffusé directement par le patient. Le reste de la zone peut être classé en zone surveillée et la salle de commande peut ne pas être classée. Si la salle de commande n'est que partiellement plombée ou ouverte sur les cotés ou au plafond, elle peut être classée en zone surveillée.
- Equipement fixe de fluoroscopie : une salle où un équipement de fluoroscopie fixe est utilisé doit être classée en zone contrôlée pendant l'irradiation. En radiographie interventionnelle par exemple,

la salle de commande doit aussi être classée en zone contrôlée si l'appareil de contrôle commande est situé dans un espace partiellement plombé ou dans un espace qui est ouvert sur les côtés et le haut.

- Equipement de rayons X mobile et équipement de fluoroscopie mobile : la zone contrôlée doit être, pendant l'irradiation, la zone proche du patient qui est exposé au rayonnement primaire ou au diffusé en provenance directe du patient.
- Radiographie dentaire : la zone contrôlée doit être, pendant l'irradiation, la zone proche du patient qui est exposée au rayonnement primaire ou en provenance directe du patient.
- Radiothérapie : la zone contrôlée doit être la salle de radiothérapie et les salles adjacentes où la présence de personnes dans cette zone requiert des protections spéciales. La salle de contrôle des équipements de radiothérapie doit être classée en zone surveillée.
- Curiothérapie : la salle utilisée pour isoler le patient qui a été sujet de traitement par radionucléide (en particulier par ^{131}I) doit, en général être classée en zone contrôlée.
- Radiographie vétérinaire : la zone contrôlée doit être, pendant l'irradiation, la zone proche de l'animal qui est exposée au rayonnement primaire ou au rayonnement diffusé en provenance directe de l'animal.
- Utilisation d'accélérateurs ou d'équipements d'irradiation : les pièces des accélérateurs et irradiateurs doivent être classées en zone contrôlée. Les salles de contrôle adjacentes et plombées doivent être classées en zone surveillée.
- Laboratoires : les laboratoires de type A et B ainsi que les stockages de radionucléides et de déchets radioactifs doivent être classés en zone contrôlée. Dans les laboratoires de type C, les pièces où le risque de contamination est élevé ou dans lesquelles l'activité manipulée en une fois dépasse les limites d'activité présentées dans l'annexe C de "l'utilisation de sources non scellées" doivent être classées en zones contrôlées. Les autres laboratoires de type C doivent être classées en zone surveillée.⁵
- Autres emplacement dans lesquels des rayonnements ionisants sont utilisés : les pièces de laboratoires où sont utilisés des analyseurs à rayons X ou des équipements contenant des sources scellées doivent généralement être classées en zone surveillée. Si le faisceau primaire de l'équipement à rayons X peut être dirigé en dehors de la zone à côté du faisceau, alors la pièce devra être classée en zone contrôlée.
- Sources scellées : les pièces de stockage pour les sources scellées ou pour les équipements qui contiennent des sources scellées doivent être classées en zone contrôlée ou en zone surveillée en fonction du nombre et du type de source. Les sources de rayonnement doivent être placées dans une protection plombée et la salle de stockage doit être fermée à clef.

⁵

Les laboratoires utilisant des radionucléides sont classés en laboratoires de type C, B et A en fonction de l'activité manipulée à n'importe quel moment. Les laboratoires de type C sont ceux où l'activité manipulée est au maximum 10 fois la valeur d'exemption. Ceux de type B sont ceux où l'activité manipulée est au maximum 10^4 fois la valeur d'exemption. Ceux de type A sont ceux où l'activité manipulée est supérieure à 10^4 fois la valeur d'exemption. [9]

4.3. Signalisation des zones : cas de la radiothérapie

Sur la porte à l'extérieur de la salle de traitement doit figurer un panneau d'alerte d'émission de rayonnements (cf. guide ST 1.3) et un panneau indiquant que la salle est utilisée pour la radiothérapie.

ST 2.2 § 4.1 Warning and Safety Arrangements – Warning Signs and Warning Lights

At the door outside the treatment room there must be a sign warning of ionizing radiation intended in Guide ST 1.3, and a sign indicating that the room is used for radiotherapy. [4]

L'émetteur de rayonnement d'une unité de gammathérapie et le conteneur de la source d'une unité de brachythérapie doivent porter un panneau informant qu'il existe un risque radiologique et un panneau indiquant l'activité de la source à tout moment. De plus, le conteneur doit porter une indication sur le radionucléide qu'il contient. Si l'équipement de radiothérapie comporte d'autres composants irradiants en continu, avec un débit de dose au contact dépassant 20 µSv/h, un panneau signalant le risque radiologique, tels que spécifié ci-dessus, doit être accroché à ces conteneurs.

ST 2.2 § 4.1 Warning and Safety Arrangements – Warning Signs and Warning Lights

The radiation head of a gamma beam therapy unit and the source container of an afterloading unit must be equipped with a sign warning of radiation and a sign indicating the activity of the source at any given time. In addition, the container shall bear a sign indicating the radionuclide that it contains. If the radiotherapy equipment incorporates other continuously radiating components with a surface dose rate exceeding 20 µSv/h, a sign warning of radiation, as specified above, must be attached to these components. [4]

Il doit y avoir deux alarmes lumineuses à l'extérieur, dans le voisinage immédiat de la porte d'entrée dans la salle de traitement :

- une lumière jaune ou blanche indiquant que l'équipement est allumé et prêt à fonctionner; Il est recommandé que la lumière porte le texte : "Appareil en marche".
- une lumière rouge indiquant que l'appareil est en train de produire des rayonnements. Il est recommandé que la lumière porte le texte : "Interdiction d'entrer".

ST 2.2 § 4.1 Warning and Safety Arrangements – Warning Signs and Warning Lights

There must be two warning lights outside the treatment room, in the immediate vicinity of the door to the treatment room:

- 1. White or yellow light indicating when the equipment is on and ready for operation. Text recommended for the light: "EQUIPMENT IN USE".*
- 2. Red light indicating when the equipment is emitting radiation (i.e. for gamma beam therapy equipment, when the radiation source is outside the beam-off position, and for afterloading equipment, when the radiation source is outside the source container). Text recommended for the light: "NO ADMITTANCE". [4]*

A l'intérieur de la salle de traitement, un signal lumineux rouge ou un signal sonore doit indiquer le moment où l'équipement émet des rayonnements. En gammathérapie et brachythérapie, la lumière doit être connectée à un appareil de mesure en continu du débit de dose, indépendant du système de contrôle de l'équipement de thérapie.

ST 2.2 § 4.1 Warning and Safety Arrangements – Warning Signs and Warning Lights

Inside the treatment room, a red signal light or an acoustic signal shall indicate when the equipment is emitting radiation. For gamma beam therapy equipment and afterloading equipment, this light shall be connected to a continuously operating dose rate monitor (see chapter 5), such that it is independent of the control system of the therapy equipment. [4]

La console de contrôle de l'unité de traitement doit clairement indiquer l'état de fonctionnement de l'unité et ce, à tout moment (ex: type de rayonnement, énergie, mise en marche oui/non, irradiation et position des sources).

ST 2.2 § 4.1 Warning and Safety Arrangements – Warning Signs and Warning Lights

The control console of the treatment unit must clearly indicate the operating status of the unit at any given time (e.g. type of radiation, energy, switching on/off, irradiation, and the position of the sources). [4]

5. REGLES DE ZONAGE DANS LE DOMAINE DE LA RADIOGRAPHIE INDUSTRIELLE

5.1. Délimitation de zones en radiographie industrielle

Le guide ST 5.6 distingue deux types d'installations pour lesquels des zones spécifiques doivent être désignées:

- les installations fermées
- les installations ouvertes

5.1.1. Installations fermées

L'appareil de radiographie est placé dans une enceinte blindée et son utilisation se fait depuis l'extérieur de cette enceinte. L'enceinte blindée est une zone contrôlée.

ST 5.6 § 5.3 Safe Working – Enclosed Installation

Enclosed installation means that the radiography device has been placed in a shielded enclosure that only authorised personnel can enter. The radiography device is controlled from outside the room. The shielded enclosure is a controlled area. [8]

Le débit de dose à 1 m des murs de l'enceinte doit être inférieur à 7,5 µSv/h quand l'appareil à rayons X est utilisé au maximum de ses paramètres ou quand l'activité maximum disponible est utilisée par l'appareil de gammagraphie.

ST 5.6 § 5.3 Safe Working – Enclosed Installation

The dose rate at a distance of one metre from the walls outside the shielded enclosure must be lower than 7.5 µSv/h when the X-ray device is operated at its maximum allowable parameters, or when the highest allowable activity is used in the gamma radiography device. [8]

5.1.2. Installations ouvertes

5.1.2.1. Zones contrôlées

Les zones entourant l'objet à radiographier dont le débit de dose dépasse 60 µSv/h doivent être « isolées » en zones contrôlées.

ST 5.6 § 5.2 Safe Working – Open Installation

The area around the object to be radiographed where the dose rate exceeds 60 µSv/h shall be isolated as a controlled area. [8]

5.1.2.2. Zones surveillées

Les zones surveillées sont définies pour un débit de dose supérieur à 7,5 µSv/h et peut être étendue au-delà de la zone contrôlée. Seuls les membres de l'équipe de radiographie peuvent travailler et rester dans cette zone pendant l'exposition. Cependant, des visites brèves peuvent être autorisées, par exemple lors d'un transit.

ST 5.6 § 5.2 Safe Working – Open Installation

*In addition to the controlled area, supervision shall be extended to an area where the dose rate is higher than 7.5 µSv/h (**supervised area**) . Only members of the radiography team can stay or work in this area during exposure. However, brief visits, such as during transit, are allowed. [8]*

Le débit de dose doit être réduit aussi bas que possible dans la zone où les radiologues travaillent et ne doit pas en règle générale dépasser une valeur de 20 µSv/h.

ST 5.6 § 5.2 Safe Working – Open Installation

The dose rate shall be restricted to as low a level as possible in the area where the radiographers are working, and shall not as a rule exceed the value of 20 µSv/h. [8]

5.2. Signalisation des zones

5.2.1. Installation fermée

L'enceinte blindée doit être marquée par un signe d'alerte de radiation. A l'extérieur, un dispositif d'alarme lumineuse visible doit être mis en place. La lumière doit être allumée pendant l'exposition. Un texte doit accompagner ce dispositif lumineux, par exemple : "une lumière rouge est allumée lorsque l'exposition est en cours".

ST 5.6 § 5.3 Safe Working – Enclosed Installation

The shielded enclosure shall be marked with a radiation warning sign. On the outside, there shall be a clearly visible warning light that is lit during exposure. The light must be accompanied with an explanatory text; e.g. "Red light is on during exposure". [8]

5.2.2. Installation ouverte

Une signalétique d'alerte, une corde ou tout autre type de barrière, doit être utilisée pour isoler la zone contrôlée. Si nécessaire, un dispositif lumineux flashant peut être installé sur l'appareil à rayons X. La zone contrôlée et son accès doivent être contrôlés pendant toute la durée de l'exposition. Si l'exposition se déroule dans un espace ouvert qui peut être contrôlé de façon efficace, la zone n'a pas besoin d'être isolée.

ST 5.6 § 5.2 Safe Working – Open Installation

Warning signs, ropes or other barriers shall be used for isolation purposes. When necessary, there shall also be a separate flashing signal lamp mounted on the X-ray device. The controlled area, and access to it, must be controlled for the whole duration of the exposure. If the exposure takes place in an open field, and it can be effectively controlled, the area does not need to be isolated. [8]

6. REGLES DE ZONAGE DANS LES INSTALLATIONS UTILISANT DES RAYONS X

Le guide ST 3.6 concerne toutes les installations utilisant des rayons X dans les domaines médical, vétérinaire, de la recherche, de l'éducation et de l'industrie. Ce guide précise que les protections à mettre en place autour d'une salle à rayons X doivent être conçues de sorte que les limites de dose dans les locaux adjacents soient respectées en toute circonstance (limite de dose du public). La contrainte de dose à utiliser pour l'application du principe d'optimisation est de 0,3 mSv par an.

ST 3.6 § 2.1 Structural shielding – General Principles

The shielding of an X-ray room must be designed and constructed so that the dose limits prescribed in the Radiation Decree are not exceeded in the premises surrounding the room under any circumstances. The dose constraints referred to in section 7 of the Radiation Decree (Amendment 1143/1998) must be applied in designing the shielding so as to implement the principle of optimisation and to allow for exposure arising from various radiation sources. The dose constraint when using X-ray devices shall be 0.3 mSv per year. [6]

7. REFERENCES

- [1] **Radiation Act 27.3.1991** Amendments up to and including 624/2011.
- [2] **Guide ST 1.3 Warning signs for radiation sources** 16 May 2006
- [3] **Guide ST 1.6 Operational radiation safety** 10 December 2009
- [4] **Guide ST 2.2 Radiation safety of radiotherapy equipment and treatment rooms** 2 February 2001
- [5] **Guide ST 3.2 Mammography equipment and their use** 17 August 2001
- [6] **Guide ST 3.6 Radiation safety in X-ray facilities** 24 September 2001
- [7] **Guide ST 5.1 Radiation safety of sealed sources and devices containing them** 7 November 2007
- [8] **Guide ST 5.6 Radiation safety in industrial radiography** 17 February 1999
- [9] **Guide ST 6.1 Radiation safety when using unsealed sources** 17 March 2008
- [10] **Guide YVL 7.9 Radiation protection of workers at nuclear facilities** 21 January 2002

FICHE PAYS - ROYAUME-UNI

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	69
2.	REGLES DE ZONAGE DANS LA REGLEMENTATION GENERALE	70
	2.1. Rôle et philosophie du zonage	70
	2.2. Types d'installations concernées par la réglementation IRR99	71
	2.3. Evaluation de la nature et de l'ampleur du risque avant classification	71
	2.4. Types de zones	73
	2.5. Modalité de déclassement temporaire d'une zone contrôlée	76
	2.6. Modalité de classement temporaire d'une zone en zone contrôlée	76
	2.7. Caractéristiques des limites de zones contrôlées	77
	2.8. Conditions d'accès dans les zones contrôlées	78
	2.9. Mesures spécifiques prises pour limiter le risque de contamination	79
	2.10. Signalisation des zones	79
3.	REGLES DE ZONAGE EN INSTALLATIONS NUCLEAIRES	80
	3.1. Recommandations aux inspecteurs pour la délimitation des zones dans le secteur nucléaire	80
	3.2. Règles de zonage à British Energy	82
	3.3. Conditions d'accès	90
	3.4. Signalisation des zones	90
4.	REGLES DU ZONAGE DANS LE DOMAINE MEDICAL	92
	4.1. Délimitation de zones	92
	4.2. Signalisation	96
	4.3. Extraits du guide	98
5.	REFERENCES	101
	ANNEXE 1. QUELQUES ELEMENTS POUR EXPLIQUER LES CRITERES DE ZONAGE DE BRITISH ENERGY	102

1. INTRODUCTION

Au Royaume-Uni, les exigences spécifiques à la protection des travailleurs et de la population contre les rayonnements ionisants sont regroupées dans les Règles de l'IRR99 (*Ionising Radiation Regulations 1999*) [1]. Pour faciliter la mise en œuvre pratique de l'IRR99, l'autorité britannique en charge de la radioprotection, HSE (*Health and Safety Executive*), a publié un guide d'application (*ACOP - Approved Code of Practice and guidance*) qui analyse en détail et explicite chacune des règles de l'IRR99 [2].

L'objectif des règles de l'IRR99 est d'établir un cadre réglementaire permettant de s'assurer que l'exposition aux rayonnements ionisants des travailleurs et du public est aussi basse que raisonnablement possible (ALARP) et ne dépasse pas les limites réglementaires. Une partie de l'IRR99 est entièrement consacrée à la définition des zones contrôlées et des zones surveillées, divisée en 4 sous-parties :

- Désignation des zones contrôlées et surveillées : critères et modalité de désignation
- Règles locales et superviseurs en RP : un employeur doit, pour chaque zone contrôlée ou surveillée, définir les règles locales adaptées au risque radiologique et à la nature des opérations pouvant y être réalisées
- Exigences supplémentaires pour les zones surveillées et contrôlées : modalités et conditions d'accès, balisage,...
- Surveillance des zones surveillées et contrôlées

Dans le domaine de l'industrie nucléaire, HSE a publié à destination des inspecteurs des installations nucléaires des principes d'évaluation de la sûreté pour les installations nucléaires (*Safety Assessment Principles - SAP*) afin de les guider dans leur travail d'inspection [3]. Ces SAP représentent les bonnes pratiques à mettre en œuvre du point de vue du NII (*Nuclear Installations Inspectorate - section du HSE*). Il est important de rappeler que ces SAP sont disponibles pour information aux exploitants, afin qu'ils connaissent les points sur lesquels ils peuvent être jugés, mais qu'ils n'ont pas de statut réglementaire. En support aux SAP, HSE a également publié plusieurs guides techniques (*Technical Assessment Guides - TAG*) détaillant de façon plus opérationnelle les différents principes, tout en restant assez généraux. Comme les SAP, les TAG sont destinés aux inspecteurs afin de les guider dans leur travail. Le principal TAG précisant des instructions pour le zonage radiologique est le TAG38 portant sur la Radioprotection [4].

L'application pratique pour le domaine nucléaire est présentée dans ce document à partir du référentiel radioprotection de British Energy, qui présente les engagements pris par cet exploitant auprès de l'autorité sur la mise en œuvre pratique de la réglementation radioprotection. Le référentiel radioprotection British Energy édicte des règles générales définissant la politique de radioprotection de l'entreprise et précisant sa mise en œuvre pratique. Chacune de ces règles fait l'objet d'un document spécifique du référentiel (*Company Radiological Safety Instruction – CRSI*). 2 CRSI sont plus spécifiquement consacrées à la définition des zones contrôlées et surveillées et à l'organisation du travail dans ces zones [5]:

- CRSI 2 : *Désignation des zones surveillées et contrôlées*
- CRSI 10 : *Entrée et travail en zone contrôlée et en zone surveillée.*

Bien que ce soit le CRSI2 qui serve de base, on trouve quelques précisions pour des cas spécifiques dans les deux documents suivants :

- CRSI 9 : *Transport et déplacement des substances radioactives*
- CRSI 11 : *Radiographies et utilisations des rayonnements ionisants pour la calibration, les tests et les inspections*

Dans le secteur médical, un guide sur les bonnes pratiques en termes de radioprotection dans un environnement clinique pour le domaine médical et dentaire [6] a été réalisée conjointement par l'Institut de Physique et d'Ingénierie en Médecine, le National Radiological Protection Board⁶ (NRPB) et le Health and Safety Executive (HSE) en 2002. Il précise la réglementation IRR99 et indique notamment des critères de délimitations de zone ainsi que les caractéristiques de délimitation, les conditions d'accès dans ces zones spécifiques et les spécificités sur les installations mobiles (appareils radiographiques).

2. REGLES DE ZONAGE DANS LA REGLEMENTATION GENERALE

2.1. Rôle et philosophie du zonage

La réglementation anglaise précise que l'IRR99 et le code de pratique associé (ACOP) ont pour but de donner un cadre permettant de s'assurer que les expositions professionnelles aux rayonnements ionisants sont maintenues aussi bas que raisonnablement praticable (ALARP) et ne dépassent pas les limites de doses prescrites.

Par ailleurs, dans la définition même de la zone contrôlée, il est précisé qu'elle doit correspondre à toute zone où des procédures particulières doivent être mises en place pour restreindre les expositions significatives ou pour limiter le risque et l'amplitude des accidents.

Le code de pratique précise de plus que le principal objectif de la désignation de zones contrôlées est d'aider à s'assurer que les mesures prises pour éviter les accidents et pour mettre en œuvre le principe ALARP sont efficaces. En effet, les zones contrôlées permettent de vérifier qui peut entrer ou travailler dans ces zones et quelles sont les procédures spécifiques à suivre.

Les zones surveillées sont désignées notamment dans des zones où il existe potentiellement un risque de changement de conditions radiologiques pouvant les faire évoluer vers des zones contrôlées.

Introduction de l'IRR 99

The main aim of the Regulations and the supporting Approved Code of Practice (ACOP) is to establish a framework for ensuring that exposure to ionising radiation arising from work activities, is kept as low as reasonably practicable and does not exceed dose limits specified for individuals. This applies to exposure, whether from man-made or natural radiation and from external radiation (eg X-ray set) or internal radiation (eg inhalation of a radioactive substance).

IRR99 – Regulation 16 – Designation of controlled or supervised areas

(1) Every employer shall designate as a controlled area any area under his control which has been identified by an assessment made by him (whether pursuant to regulation 7 or otherwise) as an area in which -

(a) it is necessary for any person who enters or works in the area to follow special procedures designed to restrict significant exposure to ionising radiation in that area or prevent or limit the probability and magnitude of radiation accidents or their effects; or

(b) any person working in the area is likely to receive an effective dose greater than 6mSv a year or an equivalent dose greater than three-tenths of any relevant dose limit referred to in Schedule 4 in respect of an employee aged 18 years or above.

(3) An employer shall designate as a supervised area any area under his control, not being an area designated as a controlled area -

(a) where it is necessary to keep the conditions of the area under review to determine whether the area should be designated as a controlled area; or

⁶ Le National Radiological Protection Board (NRPB) est devenu une division de Health Protection Agency (HPA) en 2005 puis a été intégré à Public Health England (PHE) en 2013

(b) in which any person is likely to receive an effective dose greater than 1mSv a year or an equivalent dose greater than one-tenth of any relevant dose limit referred to in Schedule 4 in respect of an employee aged 18 years or above.

ACOP – Regulation 16(1) – Purpose of designating controlled areas (§252)

252 The main purpose of designating controlled areas is to help ensure that the measures provided under regulations 7(3) and 8(1) are effective in preventing or restricting routine and potential exposures. This is achieved by controlling who can enter or work in such areas and under what conditions. Normally, controlled areas will be designated because the employer has recognised the need for people entering the area to follow special procedures. Such procedures could take the form of a detailed system of work which sets out how the tasks should be undertaken in a way that restricts significant exposure.

ACOP – Regulation 16(3)

269 The decision to designate an area as a supervised area depends both on the assessment of likely doses in that area and the probability that conditions might change. For example, an area may need to be kept under review and therefore designated as a supervised area because of the possibility that radioactive contamination might spread.

2.2. Types d’installations concernées par la réglementation IRR99

L’IRR99 fait référence à tous les types d’installation et tous les secteurs d’activité.

IRR 99- Regulation 3 Application

(1) Subject to the provisions of this regulation and to regulation 6(1), these Regulations shall apply to -

(a) any practice;

(b) any work (other than a practice) carried out in an atmosphere containing radon 222 gas at a concentration in air, averaged over any 24 hour period, exceeding 400 Bq m⁻³ except where the concentration of the short-lived daughters of radon 222 in air averaged over any 8 hour working period does not exceed 6.24 x 10⁻⁷ Jm⁻³; and

(c) any work (other than work referred to in sub-paragraphs (a) and (b) above) with any radioactive substance containing naturally occurring radionuclides.

IRR 99 – Regulation 2 – Interpretation

“practice” means work involving -

(a) the production, processing, handling, use, holding, storage, transport or disposal of radioactive substances; or

(b) the operation of any electrical equipment emitting ionising radiation and containing components operating at a potential difference of more than 5kV, which can increase the exposure of individuals to radiation from an artificial source, or from a radioactive substance containing naturally occurring radionuclides which are processed for their radioactive, fissile or fertile properties;

2.3. Evaluation de la nature et de l’ampleur du risque avant classification

Toute nouvelle activité impliquant un travail sous rayonnement doit faire l’objet d’une évaluation préalable des risques pour identifier les mesures à prendre pour limiter les expositions. Cette évaluation est de la responsabilité de l’employeur (IRR99-Regulation 7). Cette évaluation est réalisée en consultation avec le « Radiation Protection Adviser ». Elle doit notamment permettre d’évaluer s’il est nécessaire de déterminer une zone surveillée ou contrôlée.

Le code de pratique précise de plus que l’évaluation des risques pour la délimitation de zones radiologiques doit prendre en compte les facteurs suivants :

- les personnes ayant besoin d’accéder dans la ZC,
- le niveau de surveillance requis,

- la nature des sources radioactives utilisées et l'étendue des travaux dans cette zone,
- les doses externes susceptibles d'être prises par les personnes exposées,
- les périodes d'exposition probables à une exposition externe,
- les méthodes de contrôle physique déjà en place comme les écrans permanents ou les enceintes ventilées,
- l'importance de suivre une procédure de près afin d'éviter de recevoir une exposition significative,
- la probabilité d'accroissement de contamination et de sa dispersion si cette procédure n'est pas suivie strictement,
- le besoin de porter un équipement de protection individuel dans cette zone,
- la dose maximale estimée pour travailler dans cette zone.

L'employeur se doit d'inscrire les différentes zones contrôlées et surveillées définies par l'employeur dans un document interne dénommé « règles locales ».

IRR 99 Regulation 7 – prior risk assessment

(1) Before a radiation employer commences a new activity involving work with ionising radiation in respect of which no risk assessment has been made by him, he shall make a suitable and sufficient assessment of the risk to any employee and other person for the purpose of identifying the measures he needs to take to restrict the exposure of that employee or other person to ionising radiation.

(2) Without prejudice to paragraph (1), a radiation employer shall not carry out work with ionising radiation unless he has made an assessment sufficient to demonstrate that -

- (a) all hazards with the potential to cause a radiation accident have been identified; and*
- (b) the nature and magnitude of the risks to employees and other persons arising from those hazards have been evaluated.*

(3) Where the assessment made for the purposes of this regulation shows that a radiation risk to employees or other persons exists from an identifiable radiation accident, the radiation employer shall take all reasonably practicable steps to

- (a) prevent any such accident;*
- (b) limit the consequences of any such accident which does occur; and*
- (c) provide employees with the information, instruction and training, and with the equipment necessary, to restrict their exposure to ionising radiation.*

ACOP - Regulation 16 - § 256

256. In deciding whether or not a controlled area is needed, employers will want to take account of such factors as:

- (a) which people are likely to need access to the area;*
- (b) the level of supervision required;*
- (c) the nature of the radiation sources in use and the extent of the work in the area;*
- (d) the likely external dose rates to which anyone can be exposed;*
- (e) the likely periods of exposure to external radiation;*
- (f) the physical control methods already in place, such as permanent shielding and ventilated enclosures;*
- (g) the importance of following a procedure closely in order to avoid receiving significant exposure;*
- (h) the likelihood of contamination arising and being spread unless strict procedures are closely followed;*
- (i) the need to wear personal protective equipment in that area; and*
- (j) maximum doses estimated for work in the area.*

ACOP - Regulation 17 - §272

Written local rules should identify the key working instructions intended to restrict any exposure in that controlled or supervised area.

2.4. Types de zones

2.4.1. Zone contrôlée

Dans la réglementation IRR99 (Regulation 16(1)), une zone contrôlée doit être désignée s'il est estimé que des procédures spécifiques sont nécessaires pour limiter les expositions des personnes présentes ou travaillant dans la zone, ou si un travailleur dans cette zone est susceptible de recevoir une dose efficace supérieure à 6 mSv sur un an ou une dose équivalente supérieure à $3/10^{\circ}$ de l'une des limites de dose équivalente prescrite, soit :

- pour les mains, avant bras, pieds, chevilles : une dose équivalente supérieure à 150 mSv sur une année calendaire
- pour la peau : une dose équivalente supérieure à 150 mSv (dose sur une année calendaire, appliquée à la dose moyenne sur toute surface de 1 cm² quelque soit la zone exposée)
- pour le cristallin : une dose équivalente supérieure à 45 mSv sur une année calendaire)

Le code de pratique précise de plus que des procédures spécifiques devraient toujours être mises en place pour éviter des expositions significatives (§248). Il est recommandé de désigner une zone comme zone contrôlée si :

- Le débit de dose externe est supérieur à 7,5 µSv par heure en moyenne sur une journée de travail.
- Les mains d'un travailleur peuvent entrer une zone ayant un débit de dose moyen dépassant 75 µSv par heure pour 8 heures de travail.
- Il existe un risque significatif de disperser la contamination en dehors de la zone de travail.
- Les employés de la zone sont susceptibles de travailler dans la zone pendant une période suffisante pour recevoir une dose excédent 6 mSv/an.

Le code de pratique (§249) recommande également que la zone soit désignée comme contrôlée si le débit de dose (moyenné sur une minute) dépasse 7,5 µSv par heure et si :

- le travail entrepris est sur une « radiographie sur site » (c'est à dire toute radiographie d'un objet autre que celle réalisée dans un site fermé qui restreint le débit de dose en-dehors du local à 7,5 µSv/h (moyenné sur une minute)).
- les employés non formés à la RP sont susceptibles d'entrer dans cette zone

Enfin, une dernière recommandation (§257) est de classer également en zone contrôlée les zones où :

- Il pourrait y avoir un accès de personnes qui normalement ne sont pas exposées professionnellement aux rayonnements.
- Les mesures de contrôle habituelles doivent être temporairement suspendues pour des travaux tels que des travaux de maintenance ou un changement de source.
- Les personnes sont susceptibles d'être exposées à des niveaux significatifs de contamination atmosphérique ou surfacique (supérieures aux LDCA).
- des équipements de protection respiratoires doivent être portés dans cette zone.

En ce qui concerne le critère principal pour le classement d'une zone contrôlée, le code de pratique recommande de ne pas se baser principalement sur la dose annuelle prévisionnelle dans la mesure où celle-ci est souvent difficile à estimer sur la base des débits de dose dans les zones (§266). Le code de pratique précise que les raisons de la difficulté à estimer cette dose annuelle proviennent du fait que les débits de dose sont rarement constants sur de longues périodes de temps et au sein des barrières physiques des limites de zones, ou qu'il peut y avoir des variations importantes du volume de travail des personnes ou enfin que la durée d'exposition des personnes dans les zones peut être difficile à estimer. Cependant, il est recommandé de considérer le classement en zone contrôlée toute zone où le

un débit de dose externe est, de façon routinière, de plus de 3 $\mu\text{Sv/h}$ et où des travailleurs sont présents environ 2000 heures par an. En effet, ils seraient alors susceptibles de dépasser les 6 mSv/an.

IRR99 - Regulation 16 Designation of controlled or supervised areas

(1) Every employer shall designate as a controlled area any area under his control which has been identified by an assessment made by him (whether pursuant to regulation 7 or otherwise) as an area in which -

(a) it is necessary for any person who enters or works in the area to follow special procedures designed to restrict significant exposure to ionising radiation in that area or prevent or limit the probability and magnitude of radiation accidents or their effects; or

(b) any person working in the area is likely to receive an effective dose greater than 6 mSv a year or an equivalent dose greater than three-tenths of any relevant dose limit referred to in Schedule 4 in respect of an employee aged 18 years or above.

ACOP - Regulation 16, § 248

248. Special procedures should always be necessary to restrict the possibility of significant exposure, and therefore employers should designate controlled areas, in cases where:

(a) the external dose rate in the area exceeds 7.5 microsieverts per hour when averaged over the working day;

(b) the hands of an employee can enter an area and the 8-hour time average dose rate in that area exceeds 75 microsieverts per hour;

(c) there is a significant risk of spreading radioactive contamination outside the working area;

(d) it is necessary to prevent, or closely supervise, access to the area by employees who are unconnected with the work with ionising radiation while that work is under way; or

(e) employees are liable to work in the area for a period sufficient to receive an effective dose in excess of 6 millisieverts a year.

ACOP - Regulation 16, § 249

In addition, an area should be designated as a controlled area if the dose rate (averaged over a minute) exceeds 7.5 microsieverts per hour and:

(a) the work being undertaken is site radiography; or

(b) employees untrained in radiation protection are likely to enter that area, unless the only work with ionising radiation involves a radioactive substance dispersed in a human body and none of the conditions in the previous paragraph apply.

In this context, site radiography means any radiography of inanimate objects other than that which is carried out in an enclosure or cabinet that restricts the dose rate (averaged over a minute) outside the enclosure to 7.5 microsieverts per hour.

ACOP - Regulation 16, § 257

In addition to the circumstances describes in § 248 and 249, the employer may find it necessary to designate an area as controlled if:

(a) access is foreseeable to that area by people, such as office staff, whose work does not normally involve ionising radiation (see ACOP advice in paragraph 60);

(b) normal control measures for an area have to be suspended for work such as maintenance or source changing;

(c) people are likely to be exposed to significant levels of surface or airborne contamination in the area, in excess of appropriate derived working levels or derived air concentrations;

(d) respiratory protective equipment must be worn while working in the area.

ACOP - Regulation 16, § 266 :

In practice, it is often difficult to predict annual doses received by employees from knowledge of dose rates in working areas, because:

(a) dose rates are seldom constant over long time periods and within the physical boundaries of areas;

(b) there are significant variations in the pattern of work for individuals; and

(c) the duration of an individual's exposure in the areas may be difficult to estimate.

Consequently, the expected annual dose is not likely to be the main criterion in most cases for deciding whether an area needs to be designated as a controlled area. One exception might be areas in radon-affected workplaces where high radon levels are known to occur and no special procedures need to be followed by employees. Also,

where employees work for about 2000 hours a year in an area where the external dose rate routinely exceeds 3 microsieverts per hour, that area may need to be designated as a controlled area because that individual would be likely to receive a dose greater than 6 millisieverts a year.

Par ailleurs, le code de pratique précise les cas pour lesquels la désignation de zone n'est pas nécessaire (§258 à 260). Ces cas sont les suivants :

- Le travail réalisé est une activité courante pour laquelle des précautions particulières ne sont pas nécessaires.
- Le travail est effectué dans des conditions de faibles niveaux de radioactivité et de radiotoxicité dans des enceintes ventilées ou sur une paillasse de laboratoire et seulement les précautions d'usage sont demandées (...)
- Les endroits qui ne peuvent pas être physiquement accessibles
- Si la seule personne exposée dans cet emplacement est une personne subissant un examen médical ou un traitement.

ACOP - Regulation 16 - §258-259-260 :

258. A controlled area would not normally be required where:

(a) work is routine and special precautions are not required, for example work in the vicinity of a fixed radiation gauge (except maintenance work); or

(b) work is carried out with low levels of radionuclides of low radiotoxicity inside efficiently ventilated enclosures (eg fume cupboards) or on a laboratory bench and only routine precautions are expected, such as the use of lined trays to contain spillage and the use of disposable protective gloves.

259 Places which cannot physically be entered do not need to be designated. It is not necessary to designate an area as a controlled area if it is not reasonably foreseeable that a person, or part of a person, will enter or be present in that area.

260. Designation of an area is not required if the only person in that area who is exposed to ionising radiation will be a person undergoing medical examination or treatment (see regulation 3(3)). However, the employer needs to consider the possibility of exposures, including accidental or unintended exposures, of other members of the public and members of staff (see also paragraphs 550-553 concerning potential exposures resulting from defects or malfunctions in equipment used for medical exposures).

2.4.2. Zone surveillée

Un employeur doit définir une zone comme zone surveillée, toute zone sous son contrôle n'étant pas une zone contrôlée et :

- où il convient de maintenir une surveillance pour vérifier que cette zone ne doit pas être une zone contrôlée
- où une personne peut recevoir une dose efficace supérieur à 1 mSv/an ou une dose équivalente supérieure à 1/10^{ème} des doses limites (pour les personnes de plus de 18 ans), soit :
 - pour les mains, avant bras, pieds, chevilles : une dose équivalente supérieure à 50 mSv sur une année calendaire
 - pour la peau : une dose équivalente supérieure à 50 mSv (dose sur une année calendaire, appliquée à la dose moyenne sur toute surface de 1 cm² quelque soit la zone exposée)
 - pour le cristallin : une dose équivalente supérieure à 15 mSv sur une année calendaire

Le code de pratique précise enfin qu'il n'est pas nécessaire d'avoir une zone surveillée à côté de chaque zone contrôlée.

IRR99 - Regulation 16(3)

An employer shall designate as a supervised area any area under his control, not being an area designated as a controlled area -

(a) where it is necessary to keep the conditions of the area under review to determine whether the area should be designated as a controlled area; or

(b) in which any person is likely to receive an effective dose greater than 1 mSv a year or an equivalent dose greater than one-tenth of any relevant dose limit referred to in Schedule 4 in respect of an employee aged 18 years or above.

ACOP – Regulation 16(3) §269 et 270

269 The decision to designate an area as a supervised area depends both on the assessment of likely doses in that area and the probability that conditions might change. For example, an area may need to be kept under review and therefore designated as a supervised area because of the possibility that radioactive contamination might spread. However, it will not be necessary to designate a supervised area outside every controlled area. For example, if a controlled area has been designated on the basis of external dose rate, and conditions in adjacent areas are unlikely to alter significantly, a supervised area will not be necessary unless a person is likely to receive a dose in excess of 1 millisievert a year in those adjacent areas.

270 In laboratories where only small quantities of unsealed radioactive substances are used, it may not be appropriate to designate the whole room as a controlled area to ensure that specific procedures are followed by those who enter or work there. In such a laboratory, however, there will be general arrangements for preventing spillages as far as possible and for cleaning up any contamination arising from a foreseeable spillage. Normally, the employer should designate at least part of the laboratory as a supervised area if contamination could build up over a period of some weeks as a result of not following these arrangements.

2.5. Modalité de déclasserment temporaire d'une zone contrôlée

Si les périodes durant lesquelles un travail sous rayonnement a lieu sont clairement définies ou sont intermittentes, l'employeur a la possibilité de déclasser la zone initialement désignée comme contrôlée à titre provisoire. Ce déclasserment provisoire peut être réalisé si des mesures efficaces sont mises en œuvre afin de supprimer les raisons pour lesquelles la zone considérée était initialement classée comme contrôlée (par exemple, justifié par l'élimination temporaire des sources radioactives présentes dans la zone ou par la désactivation d'un générateur de R-X). Ces mesures doivent être tracées dans des règlements internes.

ACOP - Regulation 16, § 263

If the periods during which work with ionising radiation takes place are clearly defined, follow a regular pattern, or are only intermittent, the employer may wish to de-designate on a regular basis, for example to allow cleaners to have routine access where this would be appropriate. This may be done provided sufficient steps are taken to remove the need for designation of the area, for example any X-ray generator is isolated from the power supply or any radioactive substances are removed or otherwise made safe. These steps will need to be summarised in local rules.

2.6. Modalité de classement temporaire d'une zone en zone contrôlée

L'employeur a la possibilité de classer temporairement une zone en zone contrôlée afin d'entreprendre une activité particulière (par exemple effectuer opérations de maintenance). En effet, un employeur peut décider qu'il n'est pas nécessaire de classer une zone en zone contrôlée de façon permanente car son accès n'est normalement pas possible, des protections physiques empêchant toute exposition accidentelle. Le surclassement temporaire peut ainsi permettre à des travailleurs d'entrer exceptionnellement si nécessaire.

ACOP - Regulation 16, § 264

An employer may decide it is unnecessary to designate an area as a controlled area because employees do not enter that area and physical safeguards prevent accidental exposures. However, if contractors have to enter the area for particular tasks, such as maintenance, it may be necessary to designate such areas temporarily under specified conditions.

2.7. Caractéristiques des limites de zones contrôlées

Les zones contrôlées doivent être démarquées physiquement (ou délimitées par tout autre moyen : voir également la signalisation). Cette démarcation doit permettre d'éviter toute entrée non autorisée dans la zone. Elle peut passer par l'utilisation d'équipements existants comme des murs et des portes ou bien par l'utilisation de barrières temporaires qui seront à contrôler régulièrement.

IRR99 - Regulation 18 Additional requirements for designated areas

(1) Every employer who designates any area as a controlled or supervised area shall ensure that any such designated area is adequately described in local rules and that -

- (a) in the case of any controlled area -*
 - (i) the area is physically demarcated or, where this is not reasonably practicable, delineated by some other suitable means; and*
 - (ii) suitable and sufficient signs are displayed in suitable positions indicating that the area is a controlled area, the nature of the radiation sources in that area and the risks arising from such sources; and*
- (b) in the case of any supervised area, suitable and sufficient signs giving warning of the supervised area are displayed, where appropriate, in suitable positions indicating the nature of the radiation sources and the risks arising from such sources.*

ACOP Regulation 18 (§ 298- 300)

298. Designated areas will usually be described by reference to fixed features such as walls. Where the source of ionising radiation is mobile, the area(s) may be described generically, for example by reference to distances from the source or, if necessary, to distances from other objects irradiated by the source.

299. The main purpose of physically demarcating a controlled area is to help restrict unauthorised access. In determining whether suitable means of restricting access have been provided, the employer should consider the nature of the work and the likelihood that the means provided will restrict access to those people who are permitted to enter the area. To be effective, the method of demarcation should clearly indicate the extent of the controlled area, with no possibility for doubt.

300. In most cases it will be appropriate to use physical features, for example existing walls and doors. Employers should provide temporary barriers where these physical features cannot be used; these barriers will usually need to be supervised. In such cases, the areas must be clearly delineated by other suitable means so employees (and other people as necessary) are aware that these areas exist.

Il peut ne pas être possible de démarquer une zone contrôlée ; dans ce cas, soit une signalisation pertinente devra être utilisée, soit, en cas de travail dans une zone contrôlée pour une courte durée, l'extension de la zone désignée doit être inscrite dans les règles locales et une surveillance continue sera nécessaire pour restreindre l'accès.

ACOP Regulation 18 § 301

301. Examples of situations where it may not be reasonably practicable to demarcate a controlled area are when:

- (a) a vehicle transporting a radioactive substance is stationary at the side of a road because of breakdown and there is free-flowing traffic along the road;*
- (b) the area is an upper room of a multi-storey building and extends outside a window to which there is no access - the area would only be demarcated inside the building;*

(c) a person has been administered with a radioactive substance as part of a medical exposure and is subsequently located in part of a room where the whole of that room has not been designated. Suitable means for delineation in this case would be a description, kept in a convenient place, of the extent of the controlled area around that patient; or

(d) the conditions requiring a controlled area arise from the use of X-ray equipment for dental radiography or veterinary radiography. The operator should be able to see any person in the vicinity of the controlled area and quickly de-energise the X-ray equipment from the normal operating position

2.8. Conditions d'accès dans les zones contrôlées

L'IRR 99 édicte que les personnes ayant autorisation d'accès dans les zones contrôlées sont :

- le personnel classé, autre que les travailleurs extérieurs
- un travailleur extérieur, classé, l'employeur s'étant assuré au préalable que cette personne :
 - o est sujette à une évaluation de dose individuelle
 - o a été formée pour porter un équipement de protection personnel et en a reçu un
 - o a été formée à la RP
 - o est apte à travailler avec des rayonnements ionisants
- une personne non classée mais qui peut entrer ou rester dans la zone contrôlée avec une autorisation écrite (mais la dose cumulée sur année calendaire doit être inférieure à celle qui requiert d'être classé, et inférieure à la dose limite)

Le code de pratique précise par ailleurs que la restriction d'entrée dans une zone contrôlée ne concerne pas les patients ou sujets de recherche dont l'objectif est de recevoir une exposition médicale. Cependant l'hôpital peut fournir une autorisation écrite aux personnes qui accompagnent les patients.

IRR 99 - Regulation 18 (2)

The employer who has designated an area as a controlled area shall not permit any employee or other person to enter or remain in a such an area unless that employee or other person -

- a) being a person other than an outside worker, is a classified person;*
- b) being an outside worker, is a classified person in respect of whom the employer has taken all reasonable steps to ensure that the person –*
- 1) is subject to individual dose assessment pursuant to regulation 21;*
 - 2) has been provided with and has been trained to use any personal protective equipment that may be necessary*
 - 3) has received any specific training required*
 - 4) has been certified fit for the work with ionising radiation which he is to carry or,*
- c) not being a classified person, enters or remains in the area in accordance with suitable written arrangements for the purpose of ensuring that*
- 1) in the case of an employee aged 18 years or over, he does not receive in any calendar year a cumulative dose of ionising radiation which would require that employee to be designated as a classified person; or*
 - 2) in the case of any other person, he does not receive in any calendar year a dose of ionising radiation exceeding any relevant dose limit.*

ACOP - Regulation 18, § 318

A hospital may have to provide written arrangements to enable comforters and carers to enter a room designated as a controlled area in support of relative or friend who has received an administration of a radiopharmaceutical or a therapeutic purpose

2.9. Mesures spécifiques prises pour limiter le risque de contamination

La réglementation anglaise impose des mesures spécifiques pour prévenir la dispersion de décontamination. L'employeur a l'obligation de fournir des installations de lavage et de change appropriées et suffisantes pour les personnes qui entrent ou quittent une zone contrôlée ou surveillée. Ces installations devront être entretenues.

IRR 99 - Regulation 18 (6) et (7)

(6) In any case where there is a significant risk of the spread of radioactive contamination from a controlled area, the employer who has designated that area as a controlled area shall make adequate arrangements to restrict, so far as is reasonably practicable, the spread of such contamination.

(7) Without prejudice to the generality of paragraph (6), the arrangements required by that paragraph shall, where appropriate, include -

(a) the provision of suitable and sufficient washing and changing facilities for persons who enter or leave any controlled or supervised area;

(b) the proper maintenance of such washing and changing facilities;

(c) the prohibition of eating, drinking or smoking or similar activity likely to result in the ingestion of a radioactive substance by any employee in a controlled area; and

(d) the means for monitoring for contamination any person, article or goods leaving a controlled area.

2.10. Signalisation des zones

Il convient d'installer une signalisation adéquate à chaque entrée de zone (IRR99 reg 18(1) citée plus haut). Cette signalisation permet aux employés ayant reçu une formation ou une instruction appropriée de comprendre les risques et de savoir exactement quelles actions ils doivent entreprendre pour entrer dans cette zone (par exemple, la signalétique doit permettre de savoir quel type de protection individuelle ils doivent porter).

Pour les zones contrôlées des signaux avertisseurs doivent être installés à chaque entrée de zone où si cette zone est délimitée par des barrières temporaires, à intervalles réguliers.

Dans le cas où la démarcation des zones contrôlées n'est pas possible, une ou plusieurs personnes devront être désignées pour alerter verbalement toutes les personnes approchant de la zone.

Des signaux avertisseurs peuvent être appropriés pour certaines zones surveillées mentionnant la nature des sources radioactives et les risques afférents.

Concernant l'extension d'une zone surveillée, si celle-ci est clairement signalée dans les règles locales et que ceux qui travaillent dans cette zone en ont bien connaissance alors il peut ne pas être nécessaire d'installer des signaux.

ACOP Regulation 18 §305 à 308

305. Suitable warning signs are required for each designated controlled area.(...) Suitable positions are likely to be at each entrance to the area or, in the case of temporary barriers, at frequent intervals where they can be seen by people approaching the barrier.

306. In addition, warning signs will be appropriate for some supervised areas. Where the extent of the supervised area is clearly set out in the local rules and the extent of the area is well understood by those who work there, it might not be appropriate to provide warning signs.

307. All warning signs should comply with the minimum requirements set out in Parts I-VII of Schedule 1 of the Health and Safety (Safety Signs and Signals) Regulations 1996. Employers may add any supplementary text or cautionary notice they wish to the pictogram to make the sign appropriate to their situation. Signs should give sufficient information to alert employees to the risks arising from the source (eg X-rays or risk of inhaling or ingesting radioactive contamination). This should enable employees who have received appropriate training or instruction to know what action to take on entering the area, for example to wear personal protective equipment.

308 If it is not reasonably practicable to demarcate a controlled area it may not be practicable to provide warning signs. If so, one or more people should be instructed to attend to give a suitable verbal warning to anyone approaching the boundary of the controlled area.

3. REGLES DE ZONAGE EN INSTALLATIONS NUCLEAIRES

3.1. Recommandations aux inspecteurs pour la délimitation des zones dans le secteur nucléaire

Dans les « Safety Assessment Principles » destinés aux inspecteurs des installations nucléaires et le guide technique dédié à la radioprotection (TAG 38), il est précisé que, si nécessaire, les zones surveillées ou contrôlées doivent être subdivisées.

Ainsi, parmi les 6 principes de radioprotection édictés par les SAP, le principe RP3 précise : « lorsque cela est nécessaire, les zones surveillées et contrôlées doivent être subdivisées, et des contrôles spécifiques permettant de réduire l'exposition et de prévenir la propagation des substances radioactives doivent être mises en œuvre. ». La subdivision de ces zones doit s'appuyer sur les niveaux d'irradiation, de contamination et d'aérosols (§485). Ces subdivisions doivent s'accompagner de contrôles appropriés, en particulier en relation avec l'accès à la zone, à son taux d'occupation et à l'utilisation d'équipement de protection individuelle (§486). Dans le cas où une fraction significative d'une des limites de dose peut être reçue en quelques minutes, l'accès doit être limité par des mesures physiques, par exemple des cadenas ou des alarmes (§487). Cependant, les SAP ne donnent pas de données quantitatives.

En ce qui concerne le zonage, outre le fait qu'il est nécessaire de subdiviser les zones contrôlées et surveillées en fonction des risques radiologiques (irradiation, contamination et aérosols), le TAG38 précise qu'il est nécessaire de définir une catégorisation claire de ces zones ainsi que des moyens de mesures et de protection adaptés à chacune de ces zones. De plus, le classement des zones doit être une indication sur les moyens de contrôles à mettre en œuvre et à adapter en fonction des zones C1, C2, C3, etc. et des zones R1, R2, R3, etc. correspondant respectivement à des niveaux croissants de contamination et d'irradiation.

En outre, il est précisé que le contrôle d'accès aux zones à plus faible risque peut être suffisant avec l'installation de barrières physiques et de signaux d'alerte alors que les contrôles pour les zones à plus haut risque peuvent requérir un isolement grâce à des protections et des mécanismes de verrouillage. Par ailleurs, l'accès à une zone à faible risque ne doit pas nécessiter le passage par une zone qui requiert des protections supplémentaires. Les SAP recommandent de mettre en œuvre des dispositions particulières pour les zones dans lesquelles une dose significative peut être reçue en quelques minutes (§487). Le TAG38 précise qu'une dose est significative à partir du moment où on atteint 1/10 d'une des limites de dose⁷.

Le principe RP4 des SAP est relatif aux zones contaminées. : « des dispositions appropriées doivent être prises afin de contrôler l'entrée et le travail de personnes dans des zones contaminées. ».

⁷

Par exemple, pour une dose efficace corps entier : 2 mSv.

Le TAG précise que les dispositions à prendre pour la protection des personnes qui entrent et travaillent dans ces zones doivent autant que possible s'appuyer sur des systèmes d'ingénierie plutôt que sur des protections individuelles.

Les exemples suivants sont notamment donnés : ventilation ; utilisation de blindages et augmentation de la distance par rapport à la source, en utilisant notamment des outils longs ; des itinéraires d'évacuation de ces zones clairement indiqués ; l'utilisation du confinement ; la mise en place de vestiaires et d'installations de lavage. Si ces moyens ne suffisent pas pour assurer la protection du personnel, l'utilisation d'équipements de protection individuelle doit alors être considérée (gants, surbottes, appareils respiratoires, etc.).

SAP

RP3. Designated areas

Where appropriate, designated areas should be further divided, with associated controls, to restrict exposure and prevent the spread of radioactive substances.

485 The further division of designated areas should be based upon the levels of radiation, contamination and airborne activity, measured and/or expected as the result of particular planned work activities.

486 Each area should have appropriate controls on access and egress (including evacuation), occupancy and adequate arrangements for the use of personal protective equipment.

487 Where doses of a significant fraction of any statutory dose limit are likely to be incurred in a matter of minutes in any area, access should be controlled by physical means such as interlocks, alarms, or locked doors to prevent unauthorised entry. Prompt escape by any person from such places should not be obstructed. Where such control measures are not reasonably practicable, an equivalent standard of protection should be ensured by other arrangements.

RP4. Contaminated areas

Appropriate provisions for protecting persons entering and working in contaminated areas should be provided.

488 There should be provision for monitoring and controlling the spread of airborne activity and contamination within and beyond each area.

489 The level of contamination within such areas should be kept ALARP for the nature of the activities undertaken.

490 The facility should include the ventilation of contaminated areas to control potential airborne contamination, and appropriate features for limiting the spread of contamination. Where change barriers are used, they should be located taking into account the balance between protecting people and reducing the spread of radioactive contamination.

TAG 38

4.6 . RP.3 indicates the need for controls in various areas of the facility commensurate with the radiation hazards in those areas. The area design requirements and access controls should always aim to keep exposures ALARP. The zone category should be an indication of the required degree of engineered and managerial controls and should increase e.g. C1, C2, C3 etc and R1, R2, R3 etc for increasing levels of contamination and radiation respectively. The safety case should make clear the zone categorisation, or area classification system, and corresponding protection arrangements.

3.2. Règles de zonage à British Energy

Le référentiel CRSI 2 est entièrement consacrée à la désignation des zones contrôlées et zones surveillées. Les principaux éléments sont repris ici.

La responsabilité du zonage revient au manager du site (« Location manager »). Cette responsabilité est déléguée à l'« Accredited Health Physicist » et à la « Senior Authorised Person ». British Energy définit deux types de zonage radiologique : un zonage sur le risque d'exposition externe (zone R1 à R4) et un zonage sur le risque de contamination surfacique ou atmosphérique (zone C2 et C3).

3.2.1. Critères de classement vis-à-vis du risque d'exposition externe

Le classement des zones contrôlées pour les rayonnements (*radiation controlled areas*) est réalisé sur la base du débit de dose (voir Tableau 1). Dans certains cas, il peut être autorisé par le « *radiation protection adviser* » d'utiliser une mesure de débit de dose moyennée sur une durée supérieure à 1 minute.

Tableau 1. Limites des zones surveillées et contrôlées à British Energy

	Débit de dose Minimum ($\mu\text{Sv/h}$)	Débit de dose Maximum ($\mu\text{Sv/h}$)
Zone surveillée R1	0,5	3,0
Zone Contrôlée R2	3,0	50,0
Zone Contrôlée R3	50,0	500,0
Zone Contrôlée R4	500,0	

Cas de sources localisées : Si, en raison d'une source localisée, une zone doit être classée en R3 d'après les critères de débit de dose ci-dessus mais que cette zone est restreinte à un rayon de 0,5 m autour de la source alors elle peut être classée en R2. Il conviendra alors d'identifier la présence du débit de dose élevé localement. La même règle s'applique pour un local R3 dans lequel il y aurait une source nécessitant de classer le local en R4.

Par ailleurs, le référentiel prévoit deux situations de débits de dose transitoires liés à l'exploitation des tranches :

- « débit de doses transitoire élevé » : un débit de dose instantané, qui existe dans une zone en raison de l'exploitation de la tranche ou d'un appareil, qui dépasse 100 mSv/h à 1 m de la source de rayonnement
- « débit de dose transitoires très élevés » : un débit de dose instantané, qui existe dans une zone en raison de l'exploitation de la tranche ou d'un appareil, qui dépasse 600 mSv/h à 1 m de la source de rayonnement

Une zone contrôlée R4 désignée en raison de la présence de débits de dose transitoires très élevés doit être traitée comme une zone contrôlée R4 permanente. Cette zone ne peut être déclassée que s'il existe des « dispositifs efficaces⁸ » permettant d'éviter la récurrence de ces débits de doses transitoires très élevés.

⁸ Un « dispositif efficace » est défini comme tout dispositif mécanique ou électrique destiné, sous certaines conditions, à empêcher le fonctionnement d'installation ou d'appareils qui peuvent donner lieu à une augmentation des débits de dose ou de contamination. La conception de ce dispositif doit être telle que toute défaillance du dispositif empêche l'installation ou l'appareil de fonctionner

CRSI 2 – Appendix B Designation and demarcation of radiation supervised and controlled areas

B2.1 Radiation Supervised and Controlled Areas shall normally be designated when the dose rate exceeds, or may exceed, the values in Table B1. In some cases the use of a time averaged dose rate over a period longer than one minute may be used with agreement of a radiation protection adviser.

B2.6 In some circumstances it may be appropriate to designate an area even though the dose rates do not require such a designation. An example of this would be a large Radiation Controlled Area, which contains within it a number of lower dose rate areas. Because of the need to control access to the Radiation Controlled Areas, these lower dose rate areas maybe included in the Controlled Area. Similarly, it may be administratively convenient to enlarge a Controlled Area so that the boundaries correspond to physical features such as walls, rather than following a dose rate contour.

CRSI 2 – Appendix B Designation and demarcation of radiation supervised and controlled areas

B2.9 If, due to a localised source of radiation, an Area should be designated as a Radiation Controlled Area R3 in accordance with the definitions given in Table B1, but the Radiation Controlled Area R3 would not extend more than 500 mm from the surface of the source, an Accredited Health Physicist may designate the Area as a Radiation Controlled Area R2. If the area is given the lower designation, a sign of the type shown in figure B3 shall identify the existence of the local high dose rate.

B2.10 If, due to a localised source of radiation, an Area should be designated as a Radiation Controlled Area R4 in accordance with the definitions given in Table B1, but the Radiation Controlled Area R4 would not extend more than 500 mm from a surface of the source, an Accredited Health Physicist may designate the Area as a Radiation Controlled Area R3. If the Area is given the lower designation, the existence of the local high dose rate must be identified by means of a sign of the type shown in figure B3.

B3.2 Radiation Controlled Areas R4 designated because of Very High Transient Dose Rates shall be treated as permanent Radiation Controlled Areas R4. Such Areas shall not be declassified or reclassified as a lower category area unless Effective Devices have been introduced to prevent the recurrence of the Very High Transient Dose Rates.

CRSI 2 – 5. Definitions

Effective Device - An electrical and/or mechanical device which under specified conditions inhibits the operation of any plant or apparatus which could cause radiation and/or contamination levels to increase, and whose design is such that failure of the Effective Device prevents the plant or apparatus from being operated.

High Transient Dose Rate - An instantaneous dose rate, which exists in an Area due to the operation of plant or apparatus which, exceeds 100 mSv/h at 1m from the source of radiation.

Very High Transient Dose Rate - An instantaneous dose rate, which exists in an Area due to the operation of plant or apparatus which, exceeds 600 mSv/h at 1m from the source of radiation.

Very High Radiation Area – An Area where the instantaneous dose rate exceeds 1 Sv/h at 0.5 metre.

3.2.2. Critères de classement des zones contrôlées pour la contamination surfacique ou atmosphérique

Le critère de classement des zones contrôlées pour la contamination surfacique (zones C2) est le niveau de contamination non fixée moyen évalué sur une zone ne dépassant pas 1000 cm² dans le cas du sol, des murs ou du plafond ou 300 cm² dans tous les autres cas.

Une zone est classée zone contrôlée pour la contamination C2 si les valeurs suivantes sont dépassées ou susceptibles de l'être :

Classement des zones contrôlées C2 pour le risque de contamination	
Radionucléide	Activité minimum (Bq.cm⁻²)
Ac-227, U-232 et les isotopes de Am, Cm, Cf, Pu, Th	0,2
Pb-210, Ra-228 et autres émetteurs alpha non spécifiés	0,4
Radionucléides non spécifiés	4
C-14, S-35, Cr-51, Mn-54, Fe-55 ou Ni-63	40

Une zone est classée zone contrôlée pour la contamination C3 quand l'activité atmosphérique, moyennée sur une période de travail ne dépassant pas 8 heures dépasse ou est susceptible de dépasser les valeurs d'activité indiquées ci-après :

- i) pour les radionucléides connus, la classification C3 est donnée si les valeurs de concentration atmosphérique minimum du tableau ci-dessous (colonne 2) sont dépassées.
- ii) si plusieurs radionucléides connus sont présents, la classification C3 est donnée si le ratio Q suivant est supérieur à 1 : $Q = \sum Q_p / Q_{lim}$, où Q_p est la quantité de radionucléide et Q_{lim} la valeur de ce radionucléide indiquée dans le tableau ci-dessous.
- iii) Pour un mélange de radionucléides inconnus, la classification C3 est donnée si il y a dépassement de 0,01 Bq/m³ (alpha) ou 10 Bq/m³ (Beta).

Si l'activité atmosphérique est supérieure à l'activité minimum, mais inférieure à 4 fois cette valeur (activité maximum indiquée en colonne 3), un « accredited health physicist » peut décider, sur des critères ALARP, de ne pas classer la zone en C3.

L'évaluation du risque pour les travaux dans cette zone doit inclure une estimation de la dose efficace prévisionnelle par inhalation des personnes. Si cette dose dépasse 100 µSv, une zone C3 doit être désignée pour tout ou partie des travaux.

Critères de classement des zones contrôlées C3 pour le risque de contamination		
Radionucléide	Activité minimum (Bq.m⁻³)	Activité maximum (Bq.m⁻³)
Cs-134	43	172
Cs-137	62	248
Ca-45	180	720
C-14 (CO ₂)	64 100	256 400
C-14 (ss forme partic)	245	980
Cl-36	82	328
Cr-51	11 600	46 000
Co-58	245	980
Co-60	24	96
H-3 vapeur d'eau tritiée	16 000	64 000
I-131	38	152
Fe-55	450	1 800
Fe-59	130	520
Mn-54	350	1 400
Ru-103	190	760
Ru-106	12	48
Ag-110m	57	228
Sr-90	5,4	22
S-35 particules	380	1 520
S-35 vapeur	600	2 400
Radon	50	200
Général (alpha)	0,01	0,04
Général (béta)	10	40

CRSI 2 – Appendix C Designation and demarcation of contamination controlled areas

C2.1 A Contamination Controlled Area C2 shall be designated where the loose contamination level averaged over an area not exceeding 1000 cm² in the case of a floor, wall or ceiling, or 300cm² in any other case, exceeds or may exceed the following values:

- either:

<i>For Ac-227, U-232, and isotopes of Am, Cm, Cf, Pu, Th</i>	<i>0.2 Bq/cm² (notes 1,2)</i>
<i>For Pb-210, Ra-228 and alpha emitters not otherwise specified</i>	<i>0.4 Bq/cm² (note 2)</i>
<i>For Radionuclides not otherwise specified</i>	<i>4 Bq/cm²</i>
<i>For C-14, S-35, Cr-51, Mn-54, Fe-55 or Ni-63</i>	<i>40 Bq/cm²</i>

- note 1: this derived value assumes that high toxicity alpha nuclides, e.g. Ac-227, and isotopes of Cm and Cf are not present in isolation. If these nuclides are found in isolation then the surface contamination limit should be determined using isotopic considerations or reduced to 0.01Bq/cm².

- note 2: these values assume that the contamination is fairly localised in relation to the work area. Where widespread contamination is present an airborne hazard could be generated and these values should be reduced by a factor of 10.

CRSI 2 – Appendix C Designation and demarcation of contamination controlled areas

C3.1 A Contamination Controlled Area C3 shall be designated where the air activity, when averaged over a working period not exceeding 8 hours, exceeds or may exceed the values given below:

i) For known radionuclides, the air concentration listed for that nuclide in column 2 of Table C1.

ii) Where more than one known radionuclide is involved, a Quantity Ratio of one, where the Quantity Ratio is defined as:

$$\text{Quantity Ratio} = \sum Q_p / Q_{lim}$$

where Q_p is the quantity of a radionuclide and Q_{lim} is the value for that radionuclide given in Table C1.

iii) For a mixture of unknown radionuclides, a value of 0.01 Bq m^{-3} (alpha) and 10 Bq m^{-3} (beta) is to be used.

C3.2 Where the air activity exceeds the levels given in 3.1 above but is less than four times these values (column 3 of Table C1), an Accredited Health Physicist may decide, based on ALARP considerations that the designation of a C3 Area is not required. The risk assessment for work in such an Area must include an estimate of the likely effective dose from inhalation to individuals and where this may exceed 100 uSv a C3 Area shall be designated for all or part of the work. This provision shall not be used retrospectively to explain a failure to designate a C3 Area.

C3.4 The levels of airborne activity at which a Contamination Controlled Area C3 must be designated may be averaged over a period not exceeding 8 hours. In some instances it may be more appropriate or necessary to run air samples for periods shorter than 8 hours and extrapolate the results to an 8-hour exposure. In these cases, the sampling should be such that it does not underestimate the 8-hour exposure level. Similarly, samples taken over periods longer than 8 hours should encompass typical working periods and must not underestimate exposure in any 8 hour working period. It is important that when a sample is taken, the sampling period encompasses any periods of work activity in the Area and that any airborne activity arising from the work is properly assessed.

3.2.3. Spécificités des zones contrôlées liées aux sites radiographiques

L'étendue de la zone contrôlée R4 qui doit être mise en place lors d'une radiographie sur site (en espace ouvert - *open site*, c'est-à-dire hors enceinte blindée), doit tenir compte des critères suivants :

- la désignation existante de la zone de travail où a lieu la radiographie
- le temps de travail prévisionnel et des débits de dose moyens prévus à la frontière du site (débits de doses moyennés sur 8 heures de travail)
- la praticabilité de la mise en place de la démarcation et la nécessité de maintenir les doses ALARP.

Si la radiographie a lieu dans une zone contrôlée, le débit de dose à la frontière de la zone de radiographie doit normalement être la même que la limite maximum de la zone contrôlée concernée, sauf autorisation spéciale par un « accredited health physicist ».

Si la radiographie a lieu en dehors d'une zone contrôlée, le débit de dose à la frontière du site de radiographie démarqué ne doit pas dépasser $7,5 \text{ uSv/h}$.

CRSI 11 - Appendix E - Establishing a controlled area for open site radiography

E1.1 In determining the extent of the Radiation Controlled Area R4 (see 4.2.10) for Open Site radiography the following shall be considered:

(a) The maximum permitted radiation dose rate at the Radiography Site boundary including:

(i) the existing designation of the work area in which the radiography will take place;

(ii) the planned exposure time(s) and the anticipated time averaged dose rates at the Radiography Site boundary (dose rate at that place averaged over any 8 hour period);

(iii) the practicalities of demarcation, security, emergency exits, watchmen (see 4.2.13) and the requirement to keep doses ALARP.

For radiography taking place within an existing Radiation Controlled Area the dose rate at the barrier should normally be limited to the maximum allowed for that category of Area, although a higher barrier dose rate may be specified by an Accredited Health Physicist following consideration of the above.

For radiography taking place outside a Radiation Controlled Area, the extent of the barriers should be determined using the same considerations as above subject to a maximum dose rate at the barrier of 7.5 $\mu\text{Sv/h}$. Table E1 gives the distances (in air) from an unshielded Source at which dose rates of 7.5 $\mu\text{Sv/h}$ (the maximum acceptable outside of controlled areas) and 50 $\mu\text{Sv/h}$ (the maximum for a Radiation Controlled Area R2) will be measured.

In particular circumstances, such as when radiography is to take place within an existing Radiation Controlled Area R4 (e.g. a locked off room) it may be ALARP to forgo the setting up of complete barriers and warning signals and to exclude persons from the working area and control access by alternative means. In such cases the advice of an Accredited Health Physicist shall be sought. The Radiation Controlled Area shall extend over as small an area as practicable and not extend to a size which cannot be effectively supervised. Ideally, the Lead Radiographer shall be able to view the whole of the Radiography Site from the operating position.

(...)

3.2.4. Spécificités des zones contrôlées liées au transport et mouvements de substances radioactives sur site

Le référentiel dédié au transport et mouvements de substances radioactives sur site (CRSI 9) précise que de façon générale, la désignation des zones contrôlées pour le transport des substances radioactive est la même que celle indiquée dans le CRSI 2.

Désignation des zones contrôlées ou surveillées sur les lieux qui relèvent du control de la Compagnie

La désignation d'une zone contrôlée ne devrait normalement pas être nécessaire pendant des opérations normales de transport. Cependant, dans le cas de transport de colis présentant un débit de dose de surface élevé, il pourrait être nécessaire de classer les zones suivantes en zone contrôlée temporaire :

- la zone autour et dans le véhicule (y compris la cabine du chauffeur) qui a été chargé et dont le déchargement se fera dans une période de temps significative
- les zones autour du véhicule pendant le déchargement ou les opérations de transfert

CRSI 9 Appendix C

Designation of controlled and supervised areas at locations under the control of the Company

2.1 The designation of controlled areas at Company locations is covered in CRSI2. The designation of a controlled area should not normally be required during normal transport operations. In cases however where packages with a high surface dose rate or transport index are being carried the following areas may require to be classed as temporary controlled areas and described as such in local rules:

(a) the area around and within a vehicle (including the drivers cab) which has been loaded and is held for a significant period prior to despatch;

(b) areas around and on vehicles during unloading or transfer operations.

Désignation des zones contrôlées ou surveillées dans et autour des véhicules pendant le transport

Il ne devrait pas y avoir de désignation de zones contrôlées pendant des opérations normales de transport sauf dans les cas suivants :

- Cabine du chauffeur :
Elle doit être désignée comme zone contrôlée si le débit de dose dépasse 3 $\mu\text{Sv/h}$.
Si le débit de dose est compris entre 0,5 et 3 $\mu\text{Sv/h}$, la cabine doit être classée zone surveillée

- Corps du véhicule à l'extérieur de la cabine du chauffeur pendant le transport :
Lors de l'expédition de colis tels que du combustible (avec des débits de dose maximum à la surface de 10 mSv/h), l'accès au véhicule ne doit être autorisés qu'aux travailleurs classés. La zone doit être classée comme zone contrôlée.

CRSI 9 Appendix C

Designation of controlled areas in and around vehicles during transport

3.1 During normal transport operations the conditions requiring a controlled area to be designated will not normally exist except in the following circumstances:

(a) The drivers cab

- The drivers cab shall be designated as a controlled area if the dose rate at any normally accessible part is in excess of $3\mu\text{Sv.h}^{-1}$. Where the dose rate is less than $3\mu\text{Sv.h}^{-1}$ but exceeds $0.5\mu\text{Sv.h}^{-1}$, then the cab shall be designated as a supervised area.
- The radiation dose rate at any normally occupied position in the cab should not exceed $20\mu\text{Sv.h}^{-1}$.
- If the vehicle cab is designated as a controlled area the driver and anyone else travelling in the vehicle shall be issued with a dosimeter and written arrangements prepared by an Accredited Health Physicist. (See CRSI 7 and 10) No one shall be allowed to travel on or in a vehicle transporting R/A substances except in accordance with the transport regulations.

(b) Vehicle body outside the drivers cab during transport

- Where a shipment is being made under 'Full Load' or 'Exclusive Use' (to allow the shipment of packages with surface dose rates up to a maximum of 10mSv.h^{-1}), then access to the vehicle should be restricted to classified persons. The area within the enclosure must be designated as a radiation controlled area during loading, unloading and shipment.

3.2.5. Délimitation des zones contrôlées

La limite entre une zone contrôlée et les autres zones doit être démarquées physiquement (mur) ou, si ce n'est pas possible par un autre moyen. Les zones R2, R3 et R4 doivent être clairement délimitées.

Les zones contrôlées R4 permanentes doivent être, dans la mesure du possible, séparées des autres zones par des portes, maintenues fermées à clef pour interdire quiconque non autorisé d'y pénétrer.

Dans certains cas, une zone peut être classée R4 de manière temporaire. Cette nouvelle zone R4 devra être, dans la mesure du possible, séparée par une porte fermée à clef. Si ce n'est pas possible, des barrières doivent être utilisées pour isoler la zone

L'accès pour les zones avec des débits de dose supérieurs à 1Sv/h à $0,5\text{m}$ doit être contrôlé par un système de double-verrouillage.

L'accès aux zones contaminées doit se faire via un vestiaire (ou sous-vestiaire) avec des barrières franchissables de zone fournissant les tenues de protection adéquates.

CRSI 2

B2.3 The boundary between a Radiation Controlled Area and other areas should be physically demarcated e.g. by walls, or where this is not reasonably practicable, delineated by some other suitable means. The boundaries between R2, R3 and R4 Radiation Controlled Areas should be clearly delineated.

B3.1. Permanent Radiation Controlled Areas R4 shall, where practicable, be segregated from other areas by doors that must normally be kept locked to prevent unauthorised entry.

B3.2 Radiation Controlled Areas R4 designated because of Very High Transient Dose Rates shall be treated as permanent Radiation Controlled Areas R4. Such Areas shall not be declassified or reclassified as a lower category area unless Effective Devices have been introduced to prevent the recurrence of the Very High Transient Dose Rates.

B3.3 Where access is required to Radiation Controlled Areas R4 where Very High Transient Dose Rates can occur, Effective Devices to prevent the Very High Transient Dose Rates occurring during the access period shall be used whenever practicable.

B3.4 Any Radiation Controlled Area R4 which contains plant or apparatus whose operation may result in a High Transient Dose Rate, shall, where reasonably practicable, be provided with a suitable radiation monitoring system to alert persons in the vicinity when a significant change in radiological conditions takes place.

B3.5 Where an Effective Device in 3.2 or 3.3 depends on a key exchange principle, all keys shall be kept under the control of the Location Manager or his nominee and written procedures for the issue and use of such keys detailed in local management instructions. Any spare key shall only be issued in accordance with written arrangements approved by the Location Manager or his nominee.

B3.6. Temporary Radiation Controlled Areas R4 shall, where reasonably practicable, be segregated by locked doors. Where the provision of locked doors is not reasonably practicable, barriers must be used to segregate the Area. These barriers must be such that they cannot be crossed inadvertently and must carry a sufficient number of notices so that the designation of the Area is clear from all possible directions of approach. Except where a temporary Radiation Controlled Area R4 has been set up for testing, measurement or examination at an Open Site, every effort must be made to avoid the need to designate a temporary R4 Area which cannot be segregated by locked doors. Thus, if the designation is due to the temporary storage of radioactive substances in an Area, the material must be moved to a properly shielded store (or returned to its normal in-service location) as soon as possible. If temporary designation is required because of the build-up of radioactive substances in a tank or pipe, consideration must be given to the provision of shielding or the removal of the accumulated radioactive substances.

B3.10 Where an Area exists with dose rates in excess of 1 Sv/h @ 0.5 metre and effective devices are not fitted to prevent entry with the high dose rate present the area shall be posted with a Very High Radiation Area sign as defined in BEG/SPEC/SHE/RPS/007. Access to the area shall be controlled by a double key system. One key shall only be issued to, and retained by, a Competent Person (Nuclear Radiation). The issue and return of such keys shall be carried out in accordance with local management instructions.

C5.2 A Change Facility shall be provided at the access to each Contamination Controlled Area and entry to, or egress from, such Areas must be through a Change Facility.

C6.1 Permanent Sub-Change Rooms that provide routine access to Contamination Controlled Areas shall as a minimum, have the following:

- (a) A surmountable barrier between the part of the room which is free of contamination and the part which may be contaminated; the top of the barrier must be uncontaminated and must be maintained in a clean condition;*
- (b) space for changing into protective clothing and storage for personal clothing;*
- (c) hand and clothing monitoring equipment;*
- (d) facilities for decontamination.*

and where reasonably practicable the following:

- (e) equipment suitable for monitoring items to be removed from the Contamination Controlled Area;*
- (f) bins for items of protective clothing which are found to be defective prior to use;*
- (g) facilities for showering;*
- (h) a telephone on the clean side of the barrier to allow notification of the appropriate persons should anyone be found to be contaminated after leaving the Contamination Controlled Area.*

C6.2 A temporary Sub-Change Room that provides infrequent access to a permanent or temporarily established Contamination Controlled Area shall as a minimum, have the following:

- (a) A surmountable barrier between the part of the room which is free of contamination and the part which may be contaminated; the top of the barrier must be uncontaminated and must be maintained in a clean condition;*
- (b) space for changing into protective clothing and storage for personal clothing;*
- (c) hand and clothing monitoring equipment; or in close proximity where it is not reasonably practicable for this to be located within the temporary Sub-Change Room. and where reasonably practicable the following:*
- (d) items d, e, f, & h in 6.1.*

3.3. Conditions d'accès

Le CRSI 11 détaille les conditions d'accès et de travail en zones surveillées et contrôlées. De façon générale, seuls les travailleurs classés peuvent travailler dans ces zones. Ils doivent avoir eu une formation à la radioprotection agréée par BE. En cas d'entrée en zone contrôlée pour la contamination, une formation à l'habillage doit avoir été effectuée. Les tenues de protection sont définies par un *accredited health physicist*.

3.4. Signalisation des zones

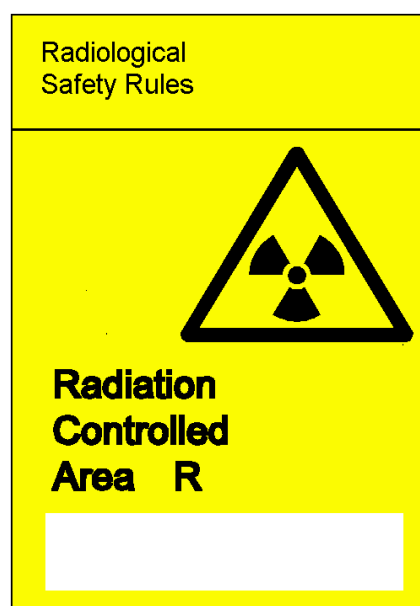
La signalisation des zones doit être réalisée à l'entrée de celles-ci. (voir signalétique ci-dessous). Pour les zones avec des débits de dose supérieurs à 1 Sv/h à 0,5m, qui ne sont pas fermées par un dispositif mécanique, une signalisation particulière doit être affichée « Very High Radiation Area sign ».

Pour les zones contaminées, la signalétique doit également indiquer les tenues de protection requises pour accéder à la zone.


Signalétique zone surveillée



Signalétique zone contrôlée



Signalétique point chaud (débit de dose élevé)

Radiological Safety Rules	
	
<u>Radiation</u> <u>Hotspot!</u>	
<u>Do not Linger in this Area!</u>	
Contact doserate	<input type="text"/>
Doserate @ 0.5m	<input type="text"/>
Hotspot Number	<input type="text"/>
Monitor Name / Date	<input type="text"/> / <input type="text"/>
<input type="text"/>	

Signalétique zone contaminée (C2 ou C3)

Radiological Safety Rules	
	Contamination Controlled Area C
	<input type="text"/>

4. REGLES DU ZONAGE DANS LE DOMAINE MEDICAL

Les modalités de zonage dans le secteur médical reposent sur les exigences de l'IRR99 et de l'ACOP associé. Les précisions présentées ici sont celles recommandées par le groupe de travail ayant réuni l'Institut de Physique et d'Ingénierie en Médecine, le National Radiological Protection Board et le Health and Safety Executive en 2002. [8].

4.1. Délimitation de zones

Le guide médical et dentaire se base sur 3 types de zone :

- Des zones dénommées « non surveillées »
- Des zones surveillées
- Des zones contrôlées

De façon générale, devraient être classées comme zones contrôlées :

- Les zones concernées par la radiopharmacie,
- Les zones contenant des sources scellées pour la radiothérapie,
- Les services ou les pièces utilisées pour les patients qui subissent une radiothérapie ou brachythérapie
- Les zones contenant un équipement fixe de générateur de rayons X
- Les zones où il existe un risque significatif de contamination radiologique en dehors de la zone de travail

Si les sources de rayonnement n'existent plus (ex : générateur de R-X en arrêt, retrait des sources, ...), la zone contrôlée peut être temporairement déclassée. Le guide note qu'il peut cependant être plus pratique de désigner en permanence la zone comme contrôlée et de n'y permettre l'accès que suivant des règles écrites.

La désignation d'une zone doit être confirmée de manière périodique par la surveillance et la révision des conditions de travail : annuellement ou tous les 3 ans minimum ou bien suite à un changement de situation.

Pour délimiter plus précisément les zones contrôlées, le guide recommande de se baser sur les critères de débits de dose suivants :

Débit de dose en $\mu\text{Sv/h}$ utilisés dans la délimitation de zones

Critère	Zone contrôlée	Zone surveillée	Zone publique non surveillée
IDR	> 2000 $\mu\text{Sv/h}$	> 7,5 $\mu\text{Sv/h}$	< 7,5 $\mu\text{Sv/h}$
TADR	> 7,5 $\mu\text{Sv/h}$	> 2,5 $\mu\text{Sv/h}$	< 2,5 $\mu\text{Sv/h}$
TADR 2000	> 3 $\mu\text{Sv/h}$	> 0,5 $\mu\text{Sv/h}$	< 0,15 $\mu\text{Sv/h}$ *

* 0,15 $\mu\text{Sv/h}$ représente 3/10 de 0,5 $\mu\text{Sv/h}$ ou 300 $\mu\text{Sv/an}$ – ce qui représente une contrainte de dose appropriée pour un employé de bureau avec une activité de 2000 h par an.

IDR : Instantaneous dose rate : débit de dose instantané moyenné sur 1 minute

TADR : Time-average Dose Rate : débit de dose moyen estimé sur 8 heures en tenant compte de l'utilisation et du volume de travail pour un scénario typique du pire des jours (facteur d'occupation égal à 1)

TADR 2000 : Time-average Dose Rate 2000 : débit de dose moyen estimé sur 2000 heures en tenant compte de l'occupation en plus de l'utilisation et du volume de travail

Les figures A11.1 et A11.2 ci-après décrivent l'organigramme permettant de déterminer le classement des zones, suivant qu'elles soient ou non des zones publiques.

Le débit de dose instantané IDR est utilisé comme point de départ pour le processus de désignation, car il est facilement mesurable et ne dépend pas du temps de travail. Puis est utilisé le TADR (volume de travail et utilisation) et finalement le TADR 2000 (temps d'occupation sur l'année).

L'IDR devrait idéalement être mesuré en intégrant la dose sur la durée de l'exposition et la moyenne temporelle sur 1 minute pour éviter les erreurs potentielles dues :

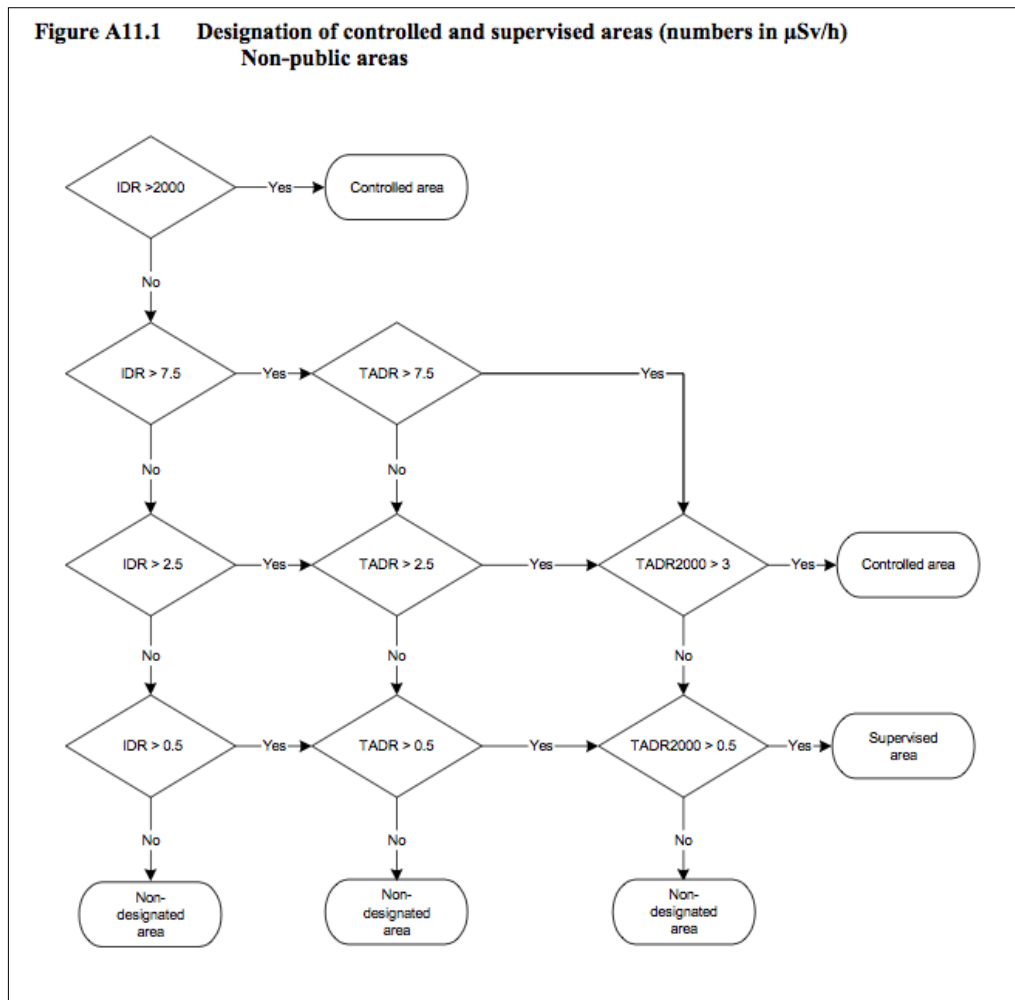
- a) à la nature pulse de plusieurs sources de rayonnement
- b) leur courte durée potentielle
- c) le temps de réponse lent de beaucoup de dosimètres à des faibles débits de dose.

Les IDR calculés devraient être confirmés par des mesures.

Pour les installations existantes, il sera normalement suffisant de se baser, pour délimiter les zones, sur la contrainte de dose TADR (excepté pour les zones avec une forte occupation du public pour lesquelles il est conseillé d'utiliser le TADR2000).

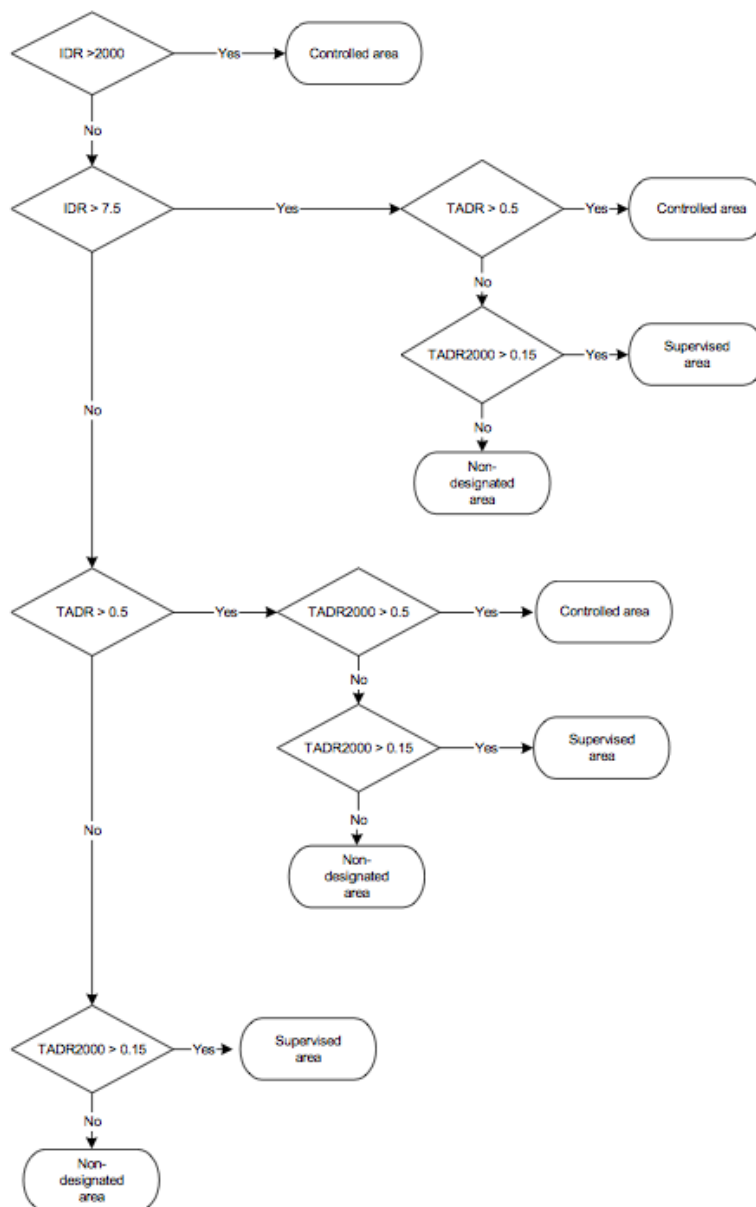
En revanche, les nouvelles installations doivent satisfaire les valeurs des contraintes de doses TADR et TADR2000. Autant que faire se peut, une contrainte de dose de 0,3 mSv par an doit être appliquée à la conception pour que les zones adjacentes n'aient pas besoin d'être classées.

Si, malgré un débit de dose ambiant faible, la probabilité de contamination subsiste ou, en cas d'exposition accidentelle, cette zone devra être définie en zone contrôlée ou zone surveillée sur la base de l'exposition potentielle.



**Figure A11.2 Designation of controlled and supervised areas (numbers in $\mu\text{Sv/h}$)
Public areas**

Note that the systems of work to restrict exposures and enable members of the public to enter a controlled area should ensure that doses are restricted ALARP with a dose constraint of 0.3 mSv per year, otherwise there should be no public access to these areas. Comforters and carers should also have their doses restricted but see paragraphs 1.72 to 1.74.



4.2. Signalisation

L'entrée dans une zone contrôlée doit comporter une notice d'alerte que cette zone est contrôlée et le sigle de la radioactivité. Il convient également d'indiquer les raisons pour lesquelles la zone est contrôlée (ex : Rayons-X, Sources non scellées), ainsi que les conditions d'accès.

Un signal lumineux peut également être installé pour indiquer que l'accès est strictement interdit (par exemple durant un traitement de radiothérapie).

Figure A12.3 Sign at the entry to a controlled area



Figure A12.4 Sign on a storage cabinet for radioactive materials

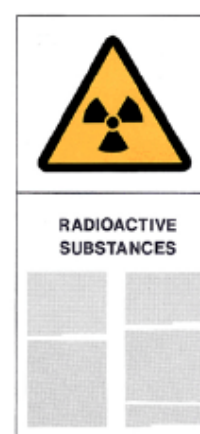


Figure A12.5 Sign on the door of an X-ray room



Figure A12.6 Safety signs and notices (in two languages) at the entrance to a radiotherapy bunker; the illuminated interlocked warning signals are shown in use in the lower image



4.3. Extraits du guide

1. Principes Généraux

1.52 Radiopharmacies, radiation areas containing sealed sources used for radiotherapy, and wards, side-wards or rooms used for patients undergoing radionuclide therapy or brachytherapy should all be designated as controlled areas. Radiation areas containing fixed X-ray generating equipment should usually be designated as controlled areas. Areas where there is a significant risk of radionuclide contamination outside the working area will also need to be designated as controlled. Other radiation areas, in which the likely exposures are much lower than in the controlled areas, may need to be designated as supervised areas.

1.53 There should be a documented risk assessment for each controlled area, clearly identifying the control measures and actions required to restrict exposure. These may be summarised in the local rules.

1.54 Radiation areas are designated as controlled to ensure that exposures from radiation sources are properly restricted. Consequently, the structural shielding around a designated area should limit the extent of exposures outside that area. It follows that only in special circumstances, where it is not otherwise practicable, should adjacent areas, not themselves containing a radiation source, also need to be designated as controlled. Outside a controlled area, the exposures should not exceed those permitted for a supervised area and, where the employer cannot exercise supervision, the radiation levels should be even lower so that radiation area designation is not required. In this case, access is freely available to members of the public and consequently the non-designated area can be deemed to be a public area, for example, outside the external boundaries to a room or department, hospital corridors, public and patient waiting areas, the visitors' coffee bar.

1.55 Structural radiation shielding will be adequate when adjacent areas are protected, preferably so that no area designation is needed or, where that is not practicable, as supervised radiation areas. The determination of what is adequate structural shielding should be clearly documented by the employer in conjunction with the RPA and include consideration of present and future workload, beam quality, use, occupancy and appropriate time-averaging. Dose limitation and the ALARP principle both apply.

1.56 The adequacy or otherwise of the shielding should be verified by area monitoring. Results of monitoring including the measured IDR* and calculated TADR† at commissioning should be documented. When a particular group of people is likely to be exposed, the TADR2000‡ may also be calculated or determined from the results of appropriate environmental monitoring, with due consideration for occupancy of the group or particular individuals. The appropriate dose-rates to aid in the designation process are given in Table 1.2. Appendix 11 presents flow diagrams and further detailed guidance on designation.

1.58 The entrance to a controlled area should be marked with a warning notice that should state that the area is controlled. It should incorporate a radiation warning sign. It should also include other precise information, such as the reason why the area is controlled, e.g. "x-radiation" or "unsealed sources", and whether or not entry is permitted together with any conditions. Signs should give sufficient information to alert employees to the possible risks arising from the source (e.g. external γ , cloud β , inhalation or ingestion) and to enable employees to take appropriate action before entering the area (e.g. to wear appropriate personal protective equipment). An illuminated warning light (preferably at eye level) may accompany the warning notice to indicate when access is strictly forbidden, for example during radiotherapy when the beam is "on" and during diagnostic X-ray exposures if entry is directly into an unprotected area of the room. The light should be at the room entrance at a visible height and would normally incorporate appropriate wording depending on the conditions. (Appendix 12 gives examples.)

1.59 Systems of work (including written arrangements in local rules for non-classified staff) must be provided (IRR99 regulation 8(2) [1] and L121 paragraph 104 [2]) to restrict exposures for any persons working in the controlled area. If an X-ray generator has been effectively isolated from the electrical supply, or if all radioactive sources have been removed (e.g. to a store) and residual contamination is negligible (see later chapters for guidance), the designation can be temporarily withdrawn provided the warning notices reflect the correct designation. It may be more convenient for designation to be permanent and to allow entry under a written arrangement.

1.60 The designation of each radiation area should be confirmed periodically by undertaking monitoring, and reviewing the working conditions. This should be performed initially at commissioning and preferably annually or at least 3-yearly thereafter, or when the situation or practices change significantly (L121 paragraph 52 [2]). It is insufficient to rely on the records of assessed doses of individuals.

1.61 Measurements must be made within each controlled area using personal monitoring or other suitable measurements such as area monitoring. These should demonstrate that any written arrangements in local rules are effective in ensuring that doses received by workers in the controlled area are ALARP and do not exceed 6 millisievert (mSv) per year or 3/10 of any dose limit for non-classified staff. Records of any such monitoring must be kept for at least 2 years to confirm appropriate designation and satisfactory working arrangements.

Annexe 11

1. The instantaneous dose-rate (IDR) is used as the starting point for designation, as it is easily measurable and not dependent on workload. In the flow diagrams, a staged structured assessment of IDR has been used first, then workload and use (to estimate the time-averaged dose-rate (TADR) and finally occupancy to estimate the time-averaged dose-rate over the working year (TADR2000), to determine the need for designation. This sequence forms the basis for the risk assessments for these areas.
2. The IDR should be measured, ideally by integrating the dose over the duration of the exposure (highest exposure used clinically but within the ratings of the unit) and time-averaging over 1 minute, to avoid potentially erroneous results due to
 - (a) the pulsed nature of many radiation sources
 - (b) their possible short duration, and
 - (c) the slow response time of many dosimeters at low dose-rates.

Calculated IDRs should be confirmed by measurement.

3. For existing installations it will normally be sufficient to work to the TADR in designating areas, except for areas of high public occupancy (busy thoroughfares, offices, etc) when it is recommended to use also the TADR2000.
4. Areas where the TADR exceeds $7.5 \mu\text{Sv/h}$ should normally be designated as controlled, with appropriate controls to ensure ALARP below the individual dose limit.
5. Areas where the TADR exceeds $2.5 \mu\text{Sv/hr}$ (but less than $7.5 \mu\text{Sv/h}$) can normally be designated as supervised, provided the TADR2000 is less than $3 \mu\text{Sv/h}$ (otherwise it will need to be designated as controlled). This will be satisfied in all cases where the occupancy factor is less than 0.4 for a TADR up to $7.5 \mu\text{Sv/h}$ (800 hours or 100 days a year).
6. By default, non-public areas* where the TADR is not more than $2.5 \mu\text{Sv/h}$ are non-designated. However, appropriate consideration of occupancy should be made to ensure that persons present in these areas would not exceed 1mSv/y (see IRR99 regulation 16(3)(b) [1]). This requires the TADR2000 to be less than $0.5 \mu\text{Sv/h}$, a condition which will be satisfied if the occupancy factor is less than 0.2 (400 hours or 50 days a year) for a TADR up to $2.5 \mu\text{Sv/h}$. If this is not satisfied, the area may need to be supervised.
7. Non-designated areas, which do not need to be supervised and to which the general public have free access (unsupervised public areas), should normally have a TADR less than $0.5 \mu\text{Sv/h}$. However, the area can be non-designated for a TADR up to $2.5 \mu\text{Sv/h}$ provided that the TADR2000 is less than $0.15 \mu\text{Sv/h}$ (occupancy factor is less than 0.06 or 120 hours (15 days) per year).
8. Any area into which members of the public or employees untrained in radiological protection are likely to enter, and where the IDR exceeds $7.5 \mu\text{Sv/h}$, should normally be considered for designation as a controlled area (L121 paragraph 249 [2]). The controls should ensure that no member of the public is likely to exceed a dose of 0.3mSv per year. However, if the IDR is intermittent and a risk assessment identifies that the TADR value complies with another designation indicated in Table 1.2, designation as a controlled area may not be necessary.
9. New installations should normally be designed to satisfy both the TADR and TADR2000 values given in Table 1.2 (or pre-determined values similarly based on an appropriate dose constraint). Wherever practicable, a dose constraint of 0.3mSv per year should be applied ($0.15 \mu\text{Sv/h}$ TADR2000) at the design stage so that no designation is needed for adjacent areas.
10. If the TADR2000 is more than $3 \mu\text{Sv/h}$ the area will need to be designated as controlled.
11. This appendix and the flow charts indicate a prudent approach to designation on the basis of ambient dose equivalent rates. If in spite of normally low ambient dose-rates, there is a potential for contamination, or for accidental exposure, the area should be designated as controlled or supervised, as appropriate, on the basis of the potential exposures.

5. REFERENCES

- [1] **The Ionising Radiations Regulations 1999** (IRR99), Statutory Instrument 1999 No. 3232
- [2] Health and Safety Executive, **Work with Ionising Radiation - Ionising Radiations Regulations 1999 Approved Code of Practice and Guidance**, 2000
- [3] Health and Safety Executive, **Safety Assessment Principles for Nuclear Facilities**, 2006 Edition - Revision 1
- [4] Health and Safety Executive, **Technical Assessment Guide n° 38 – Radiation Protection – 2009 (rev 2011)**.
- [5] Référentiel Radioprotection de British Energy
Company Radiological Safety Instruction 2 (CRSI 2): **Designation of Controlled and Supervised Areas**
Company Radiological Safety Instruction 9 (CRSI 9): **Transport and Movement of Radioactive Substances**
Company Radiological Safety Instruction 10 (CRSI 10): **Entry to and Work in Supervised and Controlled Areas**
Company Radiological Safety Instruction 11 (CRSI 11): **Radiography and the use of Ionising Radiation for Calibration, Testing and Inspection**
- [6] Medical and Dental guidance notes : **a good practice guide on all aspects of ionising radiation protection in the clinical environment**, Institute of Physics and Engineering in Medicine, NRPB, HSE 2002.

ANNEXE 1. QUELQUES ELEMENTS POUR EXPLIQUER LES CRITERES DE ZONAGE DE BRITISH ENERGY

Les règles de zonage adoptées par British Energy sont expliquées dans un document rédigé par un groupe de co-ordination radioprotection inter-industries (BNFL, British Enerby, Nuclear Electric) en 2002.⁹ Ce document indique la rationalité apportée pour définir les limites entre les zones surveillées, et les différentes zones contrôlées.

Cette annexe reproduit des extraits (en anglais) de ce document.

Designation of Supervised Areas

The decision to designate a supervised area depends upon the assessment of likely doses in that area, expected occupancy and the probability that radiological conditions may change. Across the sector designation of supervised areas is based exclusively on external radiation, no organisation elects to designate supervised areas on the basis of internal radiation as it is considered that contamination always requires to be controlled. The sector shares the view that this option prevents possible confusion for a perceived requirement to designate a controlled area where there are two overlapping supervised areas (external and internal).

Often supervised areas are designated around well-situated permanent buildings on larger sites where the dose rates are of a fraction, up to a few microsieverts per hour and where basic controls to access are easily enforced. Designation is required where a person is likely to receive a dose in excess of 1 millisivert a year in such areas. Warning signs may be posted although descriptions of their locations are included within records and local rules.

Persons spending extended periods in supervised areas possibly could, from dose assessment considerations, receive a 'significant dose'. The use of supervised areas for offices or other areas which require frequent access by persons who do not work with radiation or are not designated as 'classified persons' should therefore, where practicable be avoided. Where the use of such areas is unavoidable routine dose assessments shall be carried out (by the employer, not by individual dosimeter issue) to demonstrate that the doses received by persons in these areas are not 'significant' and are as low as reasonably practicable.

Note that the boundaries of radiation supervised areas ordinarily do not relate directly to the annual dose limits given in the IRRs 1999. The overriding requirement however, is to keep doses to persons within the relevant annual dose limits. For example, annual doses to persons outside designated areas shall not exceed the dose limits for 'other persons'. In addition, doses to persons who cannot be regarded as being directly involved in work with ionising radiations and to employees aged under 18 shall be kept below the dose limits for 'other persons'. These persons cannot therefore work full time in a radiation supervised area.

If a person can receive an 'effective dose' of more than 1 mSv in a year, or an 'equivalent dose' greater than 1/10th of any relevant dose limit in respect of an employee aged 18 years or over, an area shall be designated as a supervised area.

Radiation supervised areas shall normally be designated when the dose rate exceeds, or may exceed, the lower boundary value. In some cases the use of a time averaged dose rates over a period longer

⁹ Inter-Industry Radiological Protection Co-ordination Group, Best practice Paper n°1, 'Designation of Radiological Areas', BE Paper HPM-6/2001.

than one minute may be used with the agreement of a Radiation Protection Adviser. Notices of the type provided in (*Figure A*) may be used to demarcate such areas.

Rationale:

Radiation Supervised Area, R1, radiation supervised area lower boundary = 0.5 $\mu\text{Sv/h}$ and upper boundary = 3 $\mu\text{Sv/h}$.

- The lower boundary corresponds to 1 mSv per year for 2000 hours' working, the 'effective dose' limit for 'other persons'.
- The upper boundary corresponds to the 6mSv per year limit for the designation of 'classified persons' for 2000 hours working.

Designation of Radiation Controlled Areas (external radiation)

Designating radiation controlled areas according to the ambient dose rate is the most pragmatic and common approach. Within the sector, the radiation fields around and within plant areas are usually constant, with only occasional transient doses (usually anticipated by plant processes). The emphasis on designation is almost entirely based on instantaneous dose rate. Those in the sector will have developed their own protocol for delineating several different categories for radiations areas. This may be by increasing numbers R1, R2, R3 etc (the higher the number the greater the risk and corresponding imposed controls) or by colour ('traffic light system'). In practice, instantaneous dose rate reference levels often serve as upper or lower bounds on when designated areas are required. Time averaged dose rates are seldom used to delineate areas, but in both methods conservatism is usually adopted by assuming a continuous occupancy e.g. 2000 hours per year at the boundary between supervised and radiation controlled areas. The provision of appropriate warning signs at the entrance to each radiation controlled area is widely adopted.

Designating whole buildings, rooms, and plant systems as radiation controlled areas normally makes it easier to restrict access. Although dose rate is likely to be a significant factor in deciding whether an area is designated as controlled, it is not necessarily used to decide where the boundaries of the area occur. Instead, the greater emphasis may be on the positioning of natural boundaries or, where they do not exist, restricting access to persons. As a consequence ambient dose rates within each area is usually much lower than those prescribed for delineation, although 'hot spots' may be specifically identified so that employees do not lose sight of significant hazards. Very hazardous areas are generally made impossible to enter either due to physical barriers and safety systems, or due to continuous control and supervision at the point of entry.

Rationale:

Radiation Controlled Area, R2, radiation controlled area lower boundary = 3 $\mu\text{Sv/h}$ and upper boundary = 50 $\mu\text{Sv/h}$.

- The lower boundary corresponds to the upper boundary of supervised area.
- The upper boundary has no technical reason for the upper dose rate limit, but this value ensures (with other control measures) that R2 areas are relatively low risk e.g. 1 mSv in 20 hours working.
- If any person working in an area is likely to receive an 'effective dose' greater than 6 mSv in a year or 'equivalent dose' greater than $3/10^{\text{th}}$ of any relevant dose limit in respect to employees aged 18 years or over, the area must be designated as controlled.
- Where the hands of a person can enter an area and the dose rate in that area exceeds 75 $\mu\text{Sv/h}$, the area must be designated as a controlled area.

Radiation Controlled Area, R3, radiation controlled area lower boundary = 50 $\mu\text{Sv/h}$ and upper boundary = 500 $\mu\text{Sv/h}$.

- The lower boundary corresponds to the upper boundary of R2.
- The upper boundary corresponds to one tenth of the dose limit in any working period of 4 hours (i.e. 2 mSv in 4 hours or 500 $\mu\text{Sv/h}$).
- There is a possibility that an individual may leave an R3 area and discover that his issued electronic personal dosimeter (EPD) has been defective; where 4 hours is the longest period, which could elapse before a defective EPD was noticed.
- R3 areas must be clearly identified from all directions of approach; doors and physical barriers may be used to prevent unintended entry.

Radiation Controlled Area, R4, radiation controlled area lower boundary = 500 $\mu\text{Sv/h}$ and upper boundary = unlimited.

- The lower boundary corresponds to the upper boundary of R3.
- No upper boundary is defined as arrangements for entry to R4 areas are tightly controlled to limit doses received with the level of control depending on measured or potential dose rates. Within all R4 areas, lower dose rate short term 'havens' should be identified to assist in maintaining low doses.
- Permanent R4 areas shall where practicable be locked shut, other than when work is in progress. Temporary R4 areas shall where reasonably practicable be locked shut, other than when work is in progress. When work is in progress physical barriers shall be used to prevent inadvertent access.
- Keys for R4 areas must be issued and returned in accordance with safety instructions. Locks fitted to R4 doors must close automatically on opening but can be opened from inside the area allowing unrestricted exit.
- In R4 areas designated because of very high transient dose rates, effective devices must be installed, maintained and utilised to prevent such dose rates occurring during access periods. It is usual, in such area, to provide radiation monitoring warning systems to alert persons in the vicinity when there is any significant change in radiological conditions (reliance is not placed solely on an EPD).

Designation of Contamination Controlled Areas (internal radiation)

A qualitative approach is adopted to designation, as there are uncertainties associated with likely internal doses and the principal need to employ contamination control. The designation of contamination controlled areas are based on the requirement to keep the exposure of persons as low as reasonably practicable and ensure that persons do not receive a significant exposure from ingestion or inhalation. To minimise the spread of contamination, the extent of any area should be minimised whenever practicable taking into account the requirements for area control. Where reasonably practicable contamination controlled areas should be decontaminated to allow their declassification. Places that cannot physically be entered do not normally need to be designated, however, designation consideration must still be given to preventing the spread of contamination.

As with external radiation, the nuclear industry may apply different categories of contamination controlled areas C2 and C3 etc, rated according to increasing radiological hazard. The likelihood of surface contamination is nearly always a major factor in determining whether an area should be designated as controlled. The values used are usually based upon the most radiotoxic alpha and beta emitters likely to be encountered (cautious approach). Higher permissible contamination levels if discovered, would signify a significant breakdown in contamination control and would not be tolerated outside a controlled area. In practice areas are designated on a qualitative assessment of the hazard

wherever there is any significant risk of contamination. A small level of airborne radioactive contamination potentially poses a higher radiological risk.

Contamination controlled areas must be accessed via change room or sub change room. Change rooms (and sub change rooms where practicable) should provide the following facilities: -

- A surmountable barrier to segregate clean and contaminated zones
- Space for storing and changing into protective clothing with bins for defective PPE
- Hand and clothing contamination monitoring equipment
- Equipment to monitor items that need to be removed
- Hand washing / showering
- A telephone to allow for notification of personal contamination

Contamination controlled areas C2 – surface contamination

The exposure of persons who would not normally work with ionising radiations in the course of their work is limited to an 'effective dose' below 1 mSv or an 'equivalent dose' less than the limit specified for 'other persons'. All 'significant doses' (1 mSv) to 'classified persons' must be assessed.

In deriving levels for declaring contamination controlled areas the following criteria are used: -

- a) No person working outside a contamination controlled area should receive an effective dose in excess of 1 mSv in a year from ingestion, inhalation or skin irradiation.
- b) No person should receive an equivalent dose to the skin in excess of 100 mSv in a year.

[The equivalent dose limit for other persons is 50 mSv however contamination will generally arise in close proximity to controlled areas to which persons not working with ionising radiations have limited access. 100 mSv was therefore taken as being reasonably conservative].

Derivation of surface contamination levels for C2 areas.

Maximum permissible levels of surface contamination in workplaces can be considered by 4 possible exposure pathways and are considered below: -

- a) External irradiation of the skin;
- b) Inhalation of resuspended radioactive material;
- c) Ingestion of radioactive material picked up from surfaces; and
- d) External irradiation from contamination of the skin at C2 clearance monitoring levels.

a. External irradiation from contamination on surface

Using an equivalent dose limit for skin of 100 mSv dose and assumed that the skin of an individual is in continuous contact with a surface during working hours (2000 per year) a derived limit DL for surface contamination can be obtained by calculating the surface contamination which results in a dose rate of 50 uSv per hour (i.e. 100 mSv/2000 hours). [Note that alpha radiation can be ignored when calculating this DL].

$$\text{i.e. } \mathbf{DL}_{\text{irr}} = \mathbf{0.05/D_1}$$

Where \mathbf{DL}_{irr} is the surface activity in Bq/cm^2 , which results in a skin dose of 100 mSv in 2000 hours, $\mathbf{0.05}$ = dose rate to the skin in mSv/h; and $\mathbf{D_1}$ = dose rate to the skin per unit surface activity (units: mSv/h/Bq/cm^2).

b. Limit on surface contamination resulting from inhalation of resuspended activity

Where surface activity is present, resuspension can take place resulting in a dose from inhalation. It is therefore necessary to limit surface contamination such that the effective dose from inhalation is less than 1 mSv [it should therefore be noted that above this level of surface contamination represents a level where resuspension could generate C3 airborne contamination levels]. The following formula can be used to calculate resuspended activity: -

$$DL_{\text{resus}} = \text{DAC} \times 10^{-6} / \text{RF} \times 0.01$$

Where DL_{resus} is the derived limit for removable surface activity in Bq/cm^2 which results in an air activity of DAC which, when inhaled, delivers an effective dose of 1 mSv in 2000 hours. RF is the resuspension factor ($5 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$).

[Note that where the surface activity is not widespread within the work area, (which is normally the case in the nuclear sector) the DL_{resus} value can be increased by a factor of 10 to allow for dilution by uncontaminated air.] i.e. for localised contamination: -

$$DL_{\text{resus}} = \text{DAC} \times 10^{-6} / \text{RF} \times 0.1$$

c. Ingestion of activity on surfaces

Persons working in normal plant areas are not restricted by the rules relating to smoking, eating, drinking etc that are designed to prevent ingestion of activity in contamination controlled areas. Surface contamination in uncontrolled work areas can therefore result in ingestion of activity picked up on hands or objects placed in the mouth e.g. pens. It is therefore necessary to restrict surface contamination such that the effective dose from ingestion of activity is less than 1 mSv. It can be assumed that a person ingests the activity on 10 cm^2 of skin/surfaces per day. A surface activity limit can then be derived using the formula: -

$$DL_{\text{ing}} = \text{ALI}_{\text{ing}} / (250 \times 10)$$

Where DL_{ing} is the derived limit for surface activity in Bq/cm^2 , on surface that could result in an effective dose from ingestion of 1 mSv. ALI_{ing} is the annual limit of intake from ingestion that results in an effective dose of 1 mSv and 250 is the number of working days in a year.

d. External irradiation from skin contamination

Acceptable clearance levels for activity on persons leaving monitored areas must be established such that the equivalent dose from activity fixed on the skin is less than 100 mSv. In this circumstance the dose could be received over the entire year (i.e. 8760 hours). The following formula can therefore be used to derive a limit for skin contamination

$$DL_{\text{skin}} = 0.0114 / D_1$$

Where DL_{skin} is the contamination on the skin in Bq/cm^2 , that would result in an effective dose of 100 mSv, 0.0114 is the dose rate to the skin in mSv/h which delivers a dose of 100 mSv in the year and D_1 = dose rate to the skin per unit surface activity (units: mSv/h/Bq/cm^2).

To limit the occurrences of 'personal contamination' (i.e. where skin contamination is above this 'clearance level') it is desirable that contamination limits for C2 area are not above the clearance level (taking into account operational considerations).

Using the above methodology, the various Derived Limits (DL) have been calculated for the most commonly encountered nuclides and the transuranic nuclides, (*the C2 and skin contamination limits for a number of commonly encountered radionuclides are given in attached Table 1*). Worked examples for P^{32} , Co^{60} and Am^{241} are also given below.

All the 4 surface contamination exposure pathway limits are derived: -

DL_{irr} - Limit for total surface contamination (fixed and loose), which would result in an equivalent dose to the skin of 100 mSv (2000 hours exposure).

DL_{resus} - The surface activity which if distributed over a large area could generate a significant air activity from resuspension (i.e. DAC). Note that for large area contamination, this value must be reduced by a factor of 10.

DL_{ing} - Activity on the surfaces or the skin resulting in an effective dose from ingestion of 1 mSv.

DL_{skin} - Activity on the skin that would result in an equivalent dose of 100 mSv (8760 hours).

The lower level of DL **resus**, **irr** and **ing** represents a limit for surface contamination above which a C2 area must be designated.

The maximum value of DL **skin** and **ing** represents a maximum value for surface contamination beyond which decontamination must be undertaken (this value also effectively sets a maximum limit for surface contamination allowable outside a C2 area).

Examining the data allows the following generalised limits for a C2 area to be stated: -

For Ac^{227} , U^{232} and isotopes of Am, Cm, Cf, Pu or Th	0.2 Bq/cm ² (notes 1 & 2)
For Pb^{210} , Ra^{228} and alpha emitters not otherwise specified	0.4 Bq/cm ² (note 2)
For radionuclides not otherwise specified	4 Bq/cm ² (note 3)
For C^{14} , S^{35} , Ca^{45} , Cr^{51} , Fe^{55} or Ni^{63}	40 Bq/cm ² (note 4)

1. *This derived value assumes that high toxicity alpha radionuclides, e.g. Ac^{227} and isotopes of Cm and Cf are NOT present in isolation. If these nuclides are found in isolation then the surface contamination limit should be reduced to 0.01 Bq/cm².*
2. *These values assume that the contamination is fairly localised e.g. over less than 1/10th of the surface area. Where widespread contamination is present an airborne hazard could be generated and these values should be reduced by a factor of ten.*
3. *Areas contaminated with tritiated liquor > 10⁴ Bq.cm² or > 3E³ Bqml⁻¹ will normally require designation as a contamination controlled area C2.*
4. *To retain these values it is necessary to introduce a lower clearance level for skin of 30 Bq/cm² for C^{14} and S^{35} .*

A contamination controlled area C2 shall be designated where the loose contamination level averaged over an area not exceeding 1000 cm² in the case of a floor, wall or ceiling, or 300 cm² in any other case, exceed the above specified values.

Within C2 areas there is the possibility of dispersion of radioactivity (especially for welding, drilling and abrasive tasks) leading to an airborne contamination hazard. Where widespread contamination in excess of 50 times the lower level for C2 area exists, air contamination measurements shall be made during work to confirm that conditions requiring the designation of a C3 area do not exist.

EXAMPLE CALCULATION Co⁶⁰

Co⁶⁰, Basic data: - $D_1 = 7.8E^{-4}$ mSv/h/Bq/cm² (radionuclide & radiation protection data handbook 98)

Dose coefficient (Sv/Bq) = $1.7E^{-8}$ for inhalation and $3.4E^{-9}$ for ingestion (ICRP 68)

ALI^{inh} (Bq) = 0.001/dose coefficient for inhalation

ALI^{ing} (Bq) = 0.001/dose coefficient for ingestion

(Where 0.001 is a 'significant' effective dose of 1 mSv (i.e. 0.001 Sv)

Thus ALI^{inh} = $0.001/1.7E^{-8} = 5.88E^4$ Bq for inhalation (1mSv effective dose)

ALI^{ing} = $0.001/3.4E^{-9} = 2.94E^5$ Bq for ingestion (1mSv effective dose)

i) DL_{irr} irradiation of the skin for a dose of 100 mSv in 2000 h i.e. 0.05 mSv/h

$$DL_{irr} = 0.05/D_1 = 0.05/7.8E^{-4} = \mathbf{64} \text{ Bq/cm}^2$$

ii) DL_{resus} surface limit for resuspended surface contamination $DAC^1 = ALI^{inh} / 2000 \times 60 \times 0.02$

DAC¹ is the air activity, which results in an effective dose of 1 mSv in a year

2000 is the working hours in a year, 60 is minutes in an hour,

0.02 is the breathing rate for standard man in m³ per minute.

$$DAC^1 = 5.88E^4 / 2400 = 24.5 \text{ Bq/m}^3$$

Using the value of DAC¹ in the calculation above and a resuspension factor (RF) of 5×10^{-5}

The surface DL_{resus} for **Co⁶⁰** based on an inhalation effective dose of 1 mSv is given by: -

$$DL_{resus} = DAC^1 \times 10^{-4} / RF \quad (10^{-4} \text{ is the conversion from Bq/m}^3 \text{ to Bq/cm}^2)$$

$$DL_{resus} = DAC^1 \times 10^{-4} / 5 \times 10^{-5} = 49.0 \text{ Bq/cm}^2 \quad (\text{Note that } \mathbf{490} \text{ Bq/cm}^2 \text{ is used – due to dilution factor of 10 for limited area contamination}).$$

iii) DL_{ing} from ingestion of activity on surfaces or the skin.

Annual intake from ingestion of activity on 10 cm² of skin per working day (250 days per year)

$$DL_{ing} ALI^{ing} / 250 \times 10 = 2.94E^5 / 2500 = \mathbf{118} \text{ Bq/cm}^2$$

iv) DL_{skin} direct irradiation from skin contamination

A dose rate of 0.0114 mSv/h gives 100 mSv to the skin in 8760 hours.

$$DL_{skin} = 0.0114/D_1 = 0.0114/7.8E^{-4} = \mathbf{15} \text{ Bq/cm}^2$$

From the above, the limiting **Co⁶⁰** derived level for declaring a C2 area (lowest of _{irr}, _{resus} and _{ing} is **64** Bq/cm². The corresponding **Co⁶⁰** clearance level for the skin (lowest of _{ing} and _{skin}) is **15** Bq/cm².

Contamination controlled areas C3 – airborne contamination

The strategic decision for area designation must be whether a programme of personal monitoring for internal radiation, with an approved dosimetry service, is defensible. The methods applied to controlling work performed and building fabrication must be to remove and prevent exposure to airborne contamination at source, employers must not depend upon the evaluation of perpetrated exposure of staff. The principal objectives and criteria of a programme of routine monitoring of individual internal exposure is outside the scope of this paper; it would nonetheless need to consider compliance with managerial and regulatory requirements, contribute to the control and design of facilities, and support any requirements for accident dosimetry. Equally, at very low doses, this would be regarded as unwarranted. In particular circumstances, usually on an infrequent basis, some form of individual monitoring may be regarded as appropriate according to circumstances and usually for reassurance purposes.

Within the nuclear sector there is a need for derived airborne concentration (DAC) values based on air contamination levels for area designation in relation to internal radiation. To maintain doses from airborne activity to as low a level as reasonably practicable and to avoid the need for assessment of internal dose, intakes require to be controlled so as to be less than 1 mSv in a year. To meet this

requirement for designation of area where there is airborne contamination, where respiratory protection is usually required, the area must be designated when the effective dose from inhalation could exceed 1 mSv in a year.

An air activity (**DAC**) which, when inhaled, delivers an effective dose of 1 mSv in 2000 hours. This is equivalent to an exposure dose rate equal to 0.5 uSv h^{-1} .

Given by: $\text{DAC}^1 = \text{ALI}^{\text{inh}} / 2000 \times 60 \times 0.02$ (see above examples).

ALI^{inh} (Bq) = 0.001/dose coefficient for inhalation (Sv/Bq) (ICRP 68)

DAC¹ is the air activity, which results in an effective dose of 1 mSv in a year

2000 is the working hours in a year, 60 is minutes in an hour,

0.02 is the breathing rate for standard man in m^3 per minute, (i.e. $2400 \text{ m}^3 \text{ y}^{-1}$).

Derivation of airborne contamination levels for C3 areas.

In deriving levels for designating contamination controlled C3 areas the following criteria is used: -

- The **DAC**¹ value calculated for the derivation of DL_{resus} (see **Table 1**) above is the activity, which will result in an effective dose from inhalation of 1 mSv to an unprotected person working inside the contamination controlled area. This therefore represents the C3 lower limit. The **DAC**¹ values for all radionuclides are provided in column 7 of **Table 1**.
- The levels of airborne concentration activity can only be averaged over a period that does not exceed 8 hours.

Examining the data allows the following generalised limits for C3 area to be stated:

- Where a single radionuclide is present, the air concentration listed in **Table 1** (i.e. the **DAC** value), or
- Where more than one radionuclide is involved, a quantity ratio of one, where the Quantity Ratio is defined as:

$$\text{Quantity Ratio} = \sum Q_p / Q_{\text{lim}}$$

Where Q_p is the quantity of a radionuclide and Q_{lim} is the value for that radionuclide given in **Table 1**, or

- For a mixture of unknown radionuclides, a value of 0.01 Bq m^{-3} (alpha) and 10 Bq m^{-3} (beta) is to be used.

It can be seen from **Table 1** that for some alpha emitters the value is actually less than 0.01 Bq m^{-3} ; similarly for some beta emitters the value is lower than 10 Bq m^{-3} . However the isotopes involved are nearly all rather unusual and unlikely to be encountered in isolation. It is considered that setting the C3 lower boundaries as described above will offer an adequate degree of conservatism.

In assessing the air concentrations for C3 designation purposes, the contributions from radioactive isotopes of the noble gases argon, krypton and xenon can be disregarded since they present primarily a hazard from external radiation and the requirements for radiation controlled area designation will ensure that dose levels are not exceeded.

Extrait de Table 1 - Comprehensive table of derived levels for use in delineation and designation of controlled areas due to surface and airborne contamination

5um inhalation dose coefficient

Nuclide	Ref 1.	ICRP 68	IRRP 68	1mSv		DAC ¹ Bq/m ³	DL(resus) Bq/cm ²	DL(irr) Bq/cm ²	DL(ing) Bq/cm ²	DL(skin) Bq/cm ²	C2 Skin	
	D1 mSv/h/Bq/cm ²	Inhalation Sv/Bq	Ingestion Sv/Bq	ALI inh Bq	ALI ing Bq						Area Limit	Contam Bq/cm ²
H3	0	4.10E-11	4.20E-11	2.44E+07	2.38E+07	1.02E+04	203252	-	9524	-	9524	9524
C11	1.90E-03	3.20E-12	2.40E-11	3.13E+08	4.17E+07	1.30E+05	2604167	26	16667	6	26	6
C14	3.20E-04	5.80E-10	5.80E-10	1.72E+06	1.72E+06	7.18E+02	14368	156	690	36	156	36
F18	1.90E-03	9.30E-11	4.90E-11	1.08E+07	2.04E+07	4.48E+03	89606	26	8163	6	26	6
Na22	1.70E-03	2.00E-09	3.20E-09	5.00E+05	3.13E+05	2.08E+02	4167	29	125	7	29	7
Na24	2.20E-03	5.30E-10	4.30E-10	1.89E+06	2.33E+06	7.86E+02	15723	23	930	5	23	5
Al26	1.80E-03	1.40E-08	3.50E-09	7.14E+04	2.86E+05	2.98E+01	595	28	114	6	28	6
P32	1.90E-03	2.90E-09	2.40E-09	3.45E+05	4.17E+05	1.44E+02	2874	26	167	6	26	6
P33	8.60E-04	1.30E-09	2.40E-10	7.69E+05	4.17E+06	3.21E+02	6410	58	1667	13	58	13
S35	3.50E-04	1.10E-09	7.70E-10	9.09E+05	1.30E+06	3.79E+02	7576	143	519	33	143	33

Ref 1 - radiation protection dosimetry vol. 76 Nos. 1-2 1998

* Spontaneous fission - D1 figure based on Cf252.

FICHE PAYS - SUEDE

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	112
2.	REGLES DE ZONAGE DANS LA REGLEMENTATION GENERALE	112
2.1.	Rôle et philosophie du zonage	112
2.2.	Types d'installations concernées par la réglementation	112
2.3.	Evaluation de la nature et de l'ampleur du risque avant classification	112
2.4.	Types de zones	112
2.5.	Caractéristiques des limites de zones contrôlées	114
2.6.	Conditions d'accès dans les zones contrôlées	115
2.7.	Mesures spécifiques prises pour limiter le risque de contamination	115
2.8.	Signalisation des zones	115
3.	REGLES DE ZONAGE EN INSTALLATIONS NUCLEAIRES	117
3.1.	Types de zones : Cas de la centrale nucléaire de Ringhals	117
3.2.	Délimitation des zones contrôlées : Cas de la centrale nucléaire de Ringhals	117
3.3.	Conditions d'accès dans les zones contrôlées	118
3.4.	Mesures spécifiques prises pour limiter le risque de contamination	120
3.5.	Signalisation des zones : Cas de la centrale nucléaire de Ringhals	120
3.6.	Acheminement des matières radioactives : cas de la centrale nucléaire de Ringhals	122
4.	REFERENCES	123

1. INTRODUCTION

Les principes généraux de radioprotection en Suède sont édictés par la loi sur la radioprotection (1988 :220, [1]). La désignation des zones réglementées en Suède est définie dans la réglementation établie par les autorités suédoises (SSM) concernant les « dispositions de base pour la radioprotection des travailleurs et du public » (SSMFS 2008:51, [2]).

En ce qui concerne l'industrie nucléaire, il existe une réglementation spécifique concernant les travailleurs en centrale nucléaire (SSI FS 2000:10 [3]). Le retour d'expérience de la visite de benchmarking de la centrale nucléaire de Ringhals, rapport CEPN n°282 [4] ainsi que les règles de sécurité de Ringhals [5] complétées par des éléments fournis directement par le manager de la radioprotection de Ringhals [6] apportent des éléments complémentaires pour cette centrale.

Les textes cités proviennent de la traduction anglaise de la réglementation publiée par les Autorités de Sûreté Suédoises SSM. Si nécessaire, il convient de se rapporter aux textes officiels originaux.

2. REGLES DE ZONAGE DANS LA REGLEMENTATION GENERALE

2.1. Rôle et philosophie du zonage

La réglementation reste très vague quant à la philosophie du zonage en Suède. Il est seulement mentionné qu'une zone est classée contrôlée lorsque les travailleurs sont susceptibles de recevoir les doses annuelles citées en 2.4. ou lorsqu'il y a un risque de dispersion de contamination (voir 2.4.1) .

2.2. Types d'installations concernées par la réglementation

La Loi sur la radioprotection [1] et la réglementation réglementations [2] toutes les sources de rayonnement ionisant et tous les secteurs d'activité.

2.3. Evaluation de la nature et de l'ampleur du risque avant classification

Dans la réglementation générale, il n'est pas précisé la nécessité de réaliser une étude de postes avant de classer les zones pour évaluer les risques.

2.4. Types de zones

La catégorisation des zones et des travailleurs doit être faite en fonction des doses pouvant être reçues par les travailleurs:

- dose efficace $\geq 1\text{mSv}$
- dose équivalente annuelle au cristallin $\geq 15\text{mSv}$
- dose équivalente annuelle aux extrémités et à la peau : $\geq 50\text{mSv}$

SSMFS 2008:51 - Chapter 4. Categorisation of workers and workplaces - Section 1

Categorisation of workers and workplaces shall be performed where workers may receive radiation doses in such a way that:

- 1. the annual effective dose amounts to 1 millisievert (mSv) or more, or*
- 2. the annual equivalent dose to the lens of the eye amounts to 15 mSv or more, or*
- 3. the annual equivalent dose to the hands, forearms, feet, ankles or the skin amounts to 50 mSv or more.*

2.4.1. Zone contrôlée

Une zone contrôlée est une zone où les travailleurs sont susceptibles de recevoir les doses suivantes :

- dose efficace annuelle $\geq 6\text{mSv}$, ou

- dose annuelle équivalente au cristallin ≥ 45 mSv, ou
- dose annuelle équivalente pour les extrémités ou la peau ≥ 150 mSv

Ces critères correspondent à la classification des travailleurs en catégorie A, en effet, les lieux de travail des travailleurs de catégorie doivent être classés en zones contrôlées.

SSMFS 2008:51 - Chapter 4. Categorisation of workers and workplaces –

Section 2. *The party that conducts the practice shall classify the workers into category A or B. A worker shall belong to category A if the likelihood is not negligible that:*

1. *the annual effective dose amounts to 6 mSv or more, or*
 2. *the annual equivalent dose to the lens of the eye amounts to 45 mSv or more, or*
 3. *the annual equivalent dose to the hands, forearms, feet, ankles or the skin amounts to 150 mSv or more.*
- Judging the likelihood in accordance with the first paragraph shall take into account the risk of mistakes or accidents that could imply radiation doses, including practices that normally do not imply high doses. Classification as category A shall be carefully considered for workers encompassed by Appendix 2.*

Workers not belonging to category A shall belong to category B. For workers belonging to category B, surveillance of doses shall be performed to such an extent enabling demonstration that the classification in category B is correct.

Controlled area

Section 3 *A workplace where the workers may receive any of the annual radiation doses stated in Section 2 or from which radioactive contamination that is significant from a radiation protection point of view could be spread to nearby spaces shall be defined as a controlled area.*

La réglementation donne par ailleurs une liste indicative des travailleurs qui devraient être classés en catégorie A (voir Tableau ci-dessous – source SSMFS 2008:51 Annexe 2). Cette liste intègre des spécialités du domaine médical.

Examples of practices where classification in category A shall be considered for workers	
Other kinds of work not listed in the table may exist.	
Practice	Workers whose belonging to category A shall be carefully considered
<i>Medical, dental or veterinary radiology:</i>	Anyone who takes part in work with fluoroscopy or more than 30 exposures per week and stays with the patient not behind a radiation shield or anyone who takes part in work where the hands or some other unprotected part of the body is occasionally within or close to the primary beam.
<i>Service or installation of equipment for which a licence is required:</i>	Anyone who installs, performs service, changes radioactive sources, maintains or checks the equipment. This also applies to accessories if radiation is emitted during the work.
<i>Intracavitary and interstitial therapy with sealed sources:</i>	Anyone who handles radioactive sources or nurses patients during the treatment.
<i>Radiotherapy except Grenz ray therapy:</i>	Anyone who handles the sources.
<i>Practices with open radioactive sources emitting gamma radiation:</i>	Anyone who works with more than 100 MBq per step.
<i>Practices with open radioactive sources emitting beta radiation:</i>	Anyone who works with more than 10 MBq per step if the maximum β -energy is more than 0.3 MeV or anyone who works with more than 100 MBq per step if the maximum β -energy is between 0.1 and 0.3 MeV.
<i>Nuclear activity:</i>	Anyone who works within a controlled area.
<i>Radiography except X-rays used within sealed boxes with interlock:</i>	Anyone who takes part in the work.
<i>Work with accelerators except shielded ones in industrial production lines:</i>	Anyone who has access to the accelerator room.
<i>Practices with sealed sources in industry or research:</i>	Anyone who routinely takes part in work in positions where the dose rate exceeds 6 μ Sv/h or where it is possible to occasionally be within a radiation field having a dose rate exceeding 100 μ Sv/h.
<i>Transport:</i>	Anyone who routinely is in positions where the dose rate exceeds 6 μ Sv/h or for extended periods must be in positions where the dose rate exceeds 20 μ Sv/h.

2.4.2. Zone surveillée

Les zones dites surveillées sont des zones assujetties à cette réglementation mais n'étant pas des zones contrôlées.

SSMFS 2008:51 - Chapter 4. Categorisation of workers and workplaces –

Supervised area

Section 8 A workplace that is not a controlled area under Section 3 but to which these regulations apply shall be defined as a supervised area.

2.5. Caractéristiques des limites de zones contrôlées

Toutes les zones contrôlées doivent être délimitées. La réglementation ne précise pas d'avantage le type de délimitation.

SSMFS 2008:51 - Chapter 4. Categorisation of workers and workplaces –

Section 5 A controlled area shall be delineated and access to it restricted to authorised persons, by which is meant persons who have been sufficiently trained with respect to:

1. the risks that the work in a radiation environment may imply,
2. the radiation protection measures to be taken, and
3. the local instructions that apply to the controlled area.

Temporary visitors may have access to a controlled area only if accompanied by an authorised person.

2.6. Conditions d'accès dans les zones contrôlées

2.6.1. Formation

L'accès en zone contrôlée est restreint aux personnes autorisées définies comme étant des personnes ayant reçu la formation requise sur :

- les risques associés à un travail dans un environnement radiologique
- les mesures de radioprotection à prendre
- les règles locales

(voir Citation Chapitre 4 - Section 5 ci-dessus)

2.6.2. Equipements personnels

La réglementation générale ne spécifie pas quels doivent être les équipements personnels à porter par le personnel lors de leur entrée en zone contrôlée. Seule la Radiation protection Law 2000 : 264 § 8 mentionne que les personnes engagées dans des activités utilisant des rayonnements ionisants ou travaillant dans des lieux ou de telles activités ont lieu doivent utiliser les équipements de sécurité adéquat et prendre toutes les mesures requises pour satisfaire les conditions de protection radiologique.

Radiation Protection Law 2000:264 § 8

Persons engaged in activities with radiation, or work where such activity is performed, shall use the safety equipment and take any other measures that are required for the satisfactory functioning of the radiation protection.

Les visiteurs peuvent avoir un accès temporaire à une zone contrôlée seulement s'ils sont accompagnés par une personne autorisée.

2.7. Mesures spécifiques prises pour limiter le risque de contamination

La réglementation générale signale que les zones où il y a un risque de contamination doivent être classées comme zones contrôlées et de plus, des mesures doivent être prises pour limiter la contamination hors des zones contrôlées.

SSMFS 2008:51 - Chapter 4. Categorisation of workers and workplaces –

Section 3. *A workplace where the workers may receive any of the annual radiation doses stated in Section 2 or from which radioactive contamination that is significant from a radiation protection point of view could be spread to nearby spaces shall be defined as a controlled area.*

Section 6. *If there are radioactive substances in a controlled area which may contaminate surrounding areas, the party that conducts the practice shall take appropriate measures to prevent contamination by radioactive substances outside the area.*

2.8. Signalisation des zones

L'entrée d'une zone contrôlée doit comprendre une signalétique précisant qu'il s'agit d'une zone contrôlée et les types de sources utilisées.

SSMFS 2008:51 - Chapter 4. Categorisation of workers and workplaces –

Section 7. *A controlled area shall be marked with signs stating that it is a controlled area and the kind of radiation sources located within the area.*

Toutes les zones surveillées doivent comprendre à l'entrée une signalétique précisant leur statut et le type de source que l'on trouve dans cette zone.

SSMFS 2008:51 - Chapter 4. Categorisation of workers and workplaces

Section 10 *A supervised area shall be marked with signs stating that it is a supervised area and what kind of radiation sources are located within the area. Supervised areas that are marked in accordance with previous regulations do not need to be marked once again.*

3. REGLES DE ZONAGE EN INSTALLATIONS NUCLEAIRES

3.1. Types de zones : Cas de la centrale nucléaire de Ringhals

Deux types de zones coexistent : des zones contrôlées et des zones non contrôlées établies en fonction du débit de dose mais également en fonction de la contamination surfacique et de l'air. [5, 6]

3.1.1. Zones contrôlées définies à partir des débits de doses

Débit de dose ambiant

- Zone bleue : débit de dose < 25 $\mu\text{Sv/h}$
- Zone jaune : entre 25 $\mu\text{Sv/h}$ et 1 mSv/h
- Zone rouge : > 1 mSv/h

Une zone dont le débit de dose est supérieur à 3 mSv/h est considérée comme une « zone à débit de dose élevé ». De plus, un point chaud peut être défini lorsque le débit de dose près d'un composant ou un circuit est plus élevé qu'à la normale.

La valeur supérieure de la zone bleue a été définie de façon à ne pas dépasser la limite de 50 mSv/an (2000 heures de travail à 25 $\mu\text{Sv/heure}$)

3.1.2. Zones contrôlées définies à partir de la contamination surfacique

Pour total $\beta\text{-}\gamma$:

- Zone bleue : < 40 kBq/m^2
- Zone jaune : entre 40 et 1000 kBq/m^2
- Zone rouge : > 1000 kBq/m^2

Pour total α :

- Zone bleue : < 4 kBq/m^2
- Zone jaune : entre 4 et 100 kBq/m^2
- Zone rouge : > 100 kBq/m^2

3.1.3. Zones contrôlées définies à partir de la contamination atmosphérique

- Zone bleue : 1 LDCA
- Zone jaune : 1-10 LDCA
- Zone rouge : > 10 LDCA

La LDCA est calculée sur une base de 20 mSv/an et 2000 heures de travail par an.

3.2. Délimitation des zones contrôlées : Cas de la centrale nucléaire de Ringhals

La délimitation de zones ayant des ambiances radiologiques différentes se fait à l'aide de barrières, de cordes ou de chaînes. La barrière physique peut prendre la forme d'un mur ou d'une porte fermée. Cette barrière ne peut être franchie qu'une fois les actions de protections prescrites effectuées. Ces barrières doivent être combinées avec des panneaux signalétiques.

Safety regulation at Ringhals § 9.4 Barriers and signs

Barriers with ropes or chains are used in different situations with intention to mark or warn for a local change in the radiation environment. A barrier shall be considered as a wall or a closed door and may only be passed after performed prescribed protective actions. [5]

3.3. Conditions d'accès dans les zones contrôlées**3.3.1. Cas du secteur de l'industrie nucléaire**

Avant tout travail en zone contrôlée, tout le personnel, permanent ou travailleurs externes, doit être informé en matière de radioprotection.

SSI FS 2000:10 Information and education § 6

All personnel, the permanent as well as external workers, shall be informed about radiation protection prior to work within a controlled area. Repetitive information shall thereafter be given at least every third year. The information shall include a survey of the risks that are related to work with ionising radiation, how to act in case of an alarm, the local instructions and routines at the plant and practical aspects on radiation protection. [4]

3.3.2. Cas de la centrale nucléaire de Ringhals

L'entrée en zone jaune et en zone rouge nécessite une autorisation préalable du radioprotectionniste et un « permis de travail radiologique ». Les équipements recommandés en cas de contamination surfacique ou atmosphérique sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

Equipements de protection dans des zones classées selon la contamination surfacique beta – gamma

Contamination kBq/m ²	< 40	40-1000	1000-4000	4000-10 000	> 10 000
Classification - Surface	Bleue	Jaune	Rouge		
Suréquipement de protection minimum		Sur-bottes jaunes	Sur-bottes rouges Gants	Sur-bottes rouges Gants Cagoule Surtenue	Air comprimé Tenue étanche complète
Protection respiratoire - particules			Demi- masque + P3	Masque intégral + P3	Air comprimé Tenue étanche complète
Protection respiratoire - iode			Masque intégral filtre iode **	Masque intégral Filtre iode **	Air comprimé Tenue étanche complète
Classification – air*	Bleue	Au minimum bleue	Jaune		Rouge

* Classification basée sur la contamination surfacique

** Appliqué en cas de zone exposée de plus d'un mètre carré

Équipement de protection dans des zones classées selon la contamination surfacique alpha

Contamination kBq/m ²	<40	40-100	100-400	400-1000	> 1000
Classification - Surface	Bleue	Jaune	Rouge		
Suréquipement de protection minimum		Sur-bottes jaunes Gants Cagoule Surtenue	Sur-bottes rouges Gants Cagoule Surtenue	Sur-bottes rouges Gants Cagoule Surtenue	Air comprimé Tenue étanche complète
Protection respiratoire			Demi-masque + P3	Masque intégral + P3	
Classification – air*	Bleue	Au minimum Bleue	Jaune		Rouge

* Classification basée sur la contamination surfacique

Équipement de protection dans des zones classées selon la contamination atmosphérique

	LDCA*	<1	1-10	10-40	40-1000	> 1000
	Classification - air	Bleue	Jaune	Rouge		
Contamination atmosphérique - particules	Suréquipement de protection minimum		Demi-masque + P3	Masque intégral +P3	Masque intégral + P3 Surtenue Sur-bottes Gants Cagoule	Air comprimé Tenue étanche complète
	Classification surface	Au minimum Bleue			Au minimum Jaune	Rouge
Contamination atmosphérique - iode	Suréquipement de protection minimum			Masque intégral + filtre iode	Masque intégral + filtre iode Sur-bottes Gants Cagoule	Air comprimé Tenue étanche complète
	Classification surface**	Au minimum Bleue			Au minimum Jaune	Rouge
Contamination atmosphérique - gaz nobles	Suréquipement de protection minimum			Surtenue Cagoule	Surtenue Cagoule Air comprimé Tenue étanche	Air comprimé Tenue étanche complète
	Classification surface	Au minimum Bleue			Au minimum Jaune	Rouge

* La LDCA est calculée sur une base de 20 mSv/an et 2000 heures de travail par an.

3.4. Mesures spécifiques prises pour limiter le risque de contamination

3.4.1. Cas du secteur de l'industrie nucléaire

Pour limiter les risques de contamination, il est interdit de manger et fumer en zone contrôlée. Cependant, il est possible de boire aux fontaines à eaux situées dans des zones spéciales à l'entrée et à la sortie desquelles des contrôles de contamination sont effectués. De plus, seuls des gobelets jetables remplis par un distributeur automatique peuvent être utilisés. A l'intérieur de la zone, la contamination surfacique en β/γ doit être inférieure à 40 kBq/m² et celle en α ne doit pas dépasser 4 kBq/m².

SSI FS 2000:10 Controlled area

§ 12 Within a controlled area, consumption of food and smoking shall be forbidden. Water may be had from a drinking-fountain or be served within special areas according to what is stated in section 13.

Prior the establishment of such an area, a description of the area and its use, including a programme for contamination check shall be sent in advance to the Swedish Radiation Protection Institute for judgement.

§ 13 For a special area, mentioned in section 13, the following conditions shall apply.

a) Before entrance of the area all persons shall be checked regarding contamination and must be free from external contamination according to the requirements in section 20.

b) Beverage must be served only by a disposable package or a disposable cup filled directly from an automatic machine.

c) The surface contamination within the area must not exceed 40 kBq/m² as summed up for the most common beta- and gamma emitting nuclides, or must not exceed 4 kBq/m² for alpha emitting nuclides. The conditions of contamination shall be regularly verified by measurements. [4]

3.4.2. Cas de la centrale nucléaire de Ringhals

Une première balise de contamination est située à la sortie de la zone contrôlée (équivalent au C1 en France) (étalonnée au moyen d'une source de 60 Co à 100 kBq/m²) et une deuxième balise (équivalent au C2 en France) est étalonnée au moyen d'une source de 60 Co à 40 kBq/m².

Pendant l'arrêt de tranche, deux personnes sont mises à disposition pour aider à la sortie de la zone contrôlée.

A la sortie du site de Ringhals, 3 détecteurs Merlin Gerin (équivalent au portique C3 en France) sont installés afin de contrôler le niveau de contamination des individus (calibrés à 40 kBq/m² à une distance de 50 cm).

Il y a également un contrôle des camions (4 détecteurs) et du matériel (balise mesurant l'activité γ totale, calibrée à 1200 Bq avec source 60 Co).

Pour les petits outils (clés, stylos...), une autre balise est calibrée à 40 kBq/m².

3.5. Signalisation des zones : Cas de la centrale nucléaire de Ringhals

En combinaison avec les barrières, des panneaux signalétiques doivent être mis en place comprenant le niveau de radiation, le niveau de contamination, l'équipement de protection adéquat et les autres actions de protection à effectuer.

Safety regulation at Ringhals § 9.4 Barriers and signs:

In combination with the barrier, signs shall be erected with information about radiation level, contamination level, prescribed protection equipment and other actions. In some cases the radiation protection personnel shall be contacted prior to access. [5]

Il n'y a pas de restrictions spécifiques pour travailler en zone bleue.

Les accès aux zones jaunes et rouges doivent être gardés fermés. Tout accès dans ces zones nécessite un permis de travail spécifique délivré par le service RP.



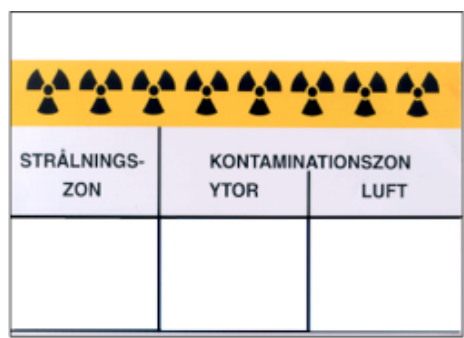
« Radiation Danger » – indique une zone où le débit de dose ambiant est anormalement élevé. Il est nécessaire d'avoir une autorisation du service RP pour accéder à cette zone. Si le signe est placé sur une barrière temporaire, celle doit être considérée comme si elle était verrouillée



« Niveau d'irradiation élevé » - indique que le débit de dose autour d'un composant ou d'un système est plus élevé que normal. La signalisation indique le débit de dose à la surface et à une distance de 1m. Il est indispensable de contacter le service RP en cas de travaux sur de tels composants.



Zone de faible débit de dose



Panneau utilisé pour signaler la couleur de la zone en fonction du débit de dose, de la contamination surfacique et de la contamination atmosphérique

3.6. Acheminement des matières radioactives : cas de la centrale nucléaire de Ringhals

La sortie de matériels à placer dans le domaine public doit faire l'objet d'une autorisation d'un radioprotectionniste de catégorie B. Ces matériels doivent avoir un niveau de contamination $< 40 \text{ kBq/m}^2$ et un débit de dose à 1 m $< 0,025 \text{ mSv/h}$.

Quand la contamination d'un certain nombre d'équipements ne respectent pas les limites de doses mais doivent être transportés sur le site d'une tranche à une autre, ou à l'installation de décontamination, le transport s'effectue par « camion spécial ». Ce camion est classé « zone bleue » pour la contamination et « zone jaune » pour le débit de dose.

Les règles qui s'appliquent pour déterminer la protection des équipements à transporter (voir point 3. Types de zone), dépendent du niveau de contamination et du débit de dose à 1 mètre, voir figure 1. ci-dessous.

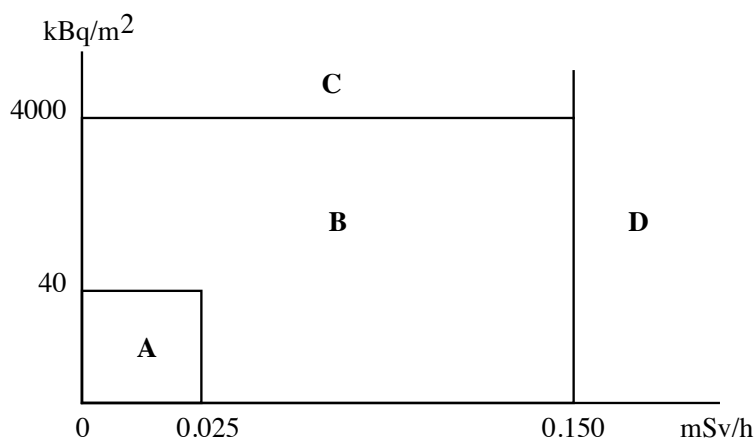


Figure . 1. Zones déterminant la préparation des équipements à transporter dans le camion spécial

- Dans la zone A, le matériel doit être conditionné dans du plastique.
- Dans la zone B, le matériel doit être conditionné dans du plastique et placé dans une caisse IP2.
- Dans la zone C, le matériel doit être conditionné dans du plastique et placé dans un conteneur de type A.
- Dans la zone D, le matériel doit être conditionné dans du plastique et placé dans un conteneur de type A. Une autorisation spéciale du Chef de la Radioprotection est ici nécessaire.

4. REFERENCES

- [1] **Radiation Protection Act (SFS 1988:220)**
- [2] **The Swedish Radiation Safety Authority's regulations concerning basic provisions for the protection of workers and the general public in practices involving ionising radiation - SSM FS 2008:51** (dispositions de base pour la protection des travailleurs et du public face aux rayonnements ionisants).
- [3] **The Swedish Radiation Protection Institute's Regulations on Radiation Protection of Workers Exposed to Ionising Radiation at Nuclear Plants SSI FS 2000:10**
- [4] **Rapport CEPN n°282, Organisation de la Radioprotection à la centrale nucléaire de Ringhals en Suède , Avril 2004.**
- [5] **Safety Regulations at Ringhals – Vattenfall 03/2011 1701177/15.0**
- [6] **Communication personnelle de l'Expert Radioprotection de Ringhals**

FICHE PAYS - SUISSE

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	127
2.	REGLES DE ZONAGE DANS LA REGLEMENTATION GENERALE	127
	2.1. Rôle et philosophie du zonage	128
	2.2. Types d'installations concernées par la réglementation générale	128
	2.3. Types de zones	128
	2.4. Signalisation d'une zone contrôlée	129
3.	REGLES DE ZONAGE DANS L'INDUSTRIE NUCLEAIRE	130
	3.1. Règles de zonages concernant l'industrie nucléaire dans les directives suisses	130
	3.2. Règles de zonages dans l'industrie nucléaire : cas de la centrale nucléaire de Beznau	134
4.	REGLES DE ZONAGE DANS LE DOMAINE MEDICAL	136
	4.1. Ordonnances spécifiques	136
	4.2. Délimitation des zones	137
	4.3. Conditions d'accès	138
5.	REGLES DE ZONAGE DANS LES INSTALLATIONS RADIOLOGIQUES A USAGE NON MEDICAL	138
	5.1. Principes généraux	138
	5.2. Caractéristiques des limites de zones	139
	5.3. Signalisation	140
	5.4. Mesures spécifiques pour limiter le risque de contamination	141
6.	SOURCES NON SCHELLES	141
	6.1. Délimitation des zones (sectorisation des locaux)	141
	6.2. Conditions d'accès et exigences liées au zonage	142
7.	REFERENCES	143

1. INTRODUCTION

En Suisse, les exigences appliquées à la protection des travailleurs et du public contre les rayonnements ionisants sont spécifiées dans la Loi sur la radioprotection (LRaP) de mars 1991 [1] et dans ses règles d'application spécifiées dans l'Ordonnance sur la radioprotection (ORaP) du 22 juin 1994 [2]. La LRaP s'applique à toutes les activités et toutes les installations. Les principes de classification de zones contrôlées sont mentionnés dans l'ORaP. A noter que la réglementation suisse ne prévoit pas la mise en place de zones surveillées ni ne recommande de créer des sous-zones en fonction du risque radiologique dans les zones contrôlées.

Dans le domaine des installations nucléaires et, plus spécifiquement des centres de production d'électricité, c'est le principe d'optimisation de la radioprotection qui gouverne la gestion des expositions à des niveaux aussi bas que raisonnablement possible, le zonage est présenté comme un outil bien moins important que l'évaluation préalable des doses individuelles. Ainsi, la directive IFSN-G15/f pour les installations nucléaires suisses [3] fait seulement référence à l'existence de zones contrôlées pour lesquelles « le détenteur de l'autorisation doit prendre les mesures nécessaires pour garantir une planification efficace de la radioprotection » mais ne mentionne pas de critère pour la délimitation et les règles d'accès et les conditions de travail à assurer dans ces zones. La classification des zones et les critères de mise en œuvre du zonage ne sont mentionnés que dans une directive (en allemand) « *Richtlinie für den überwachten Bereich der Kernanlagen und des Paul Scherrer Institutes HSK-R-07* de juin 1995 » [4]. Pour préciser les pratiques de zonage que l'on peut observer dans les centrales nucléaires suisses, cette fiche s'appuie sur une visite d'intercomparaison des organisations de la radioprotection, effectuée par le CEPN en 2006 à la centrale nucléaire de Beznau [5].

Dans le domaine médical, trois ordonnances précisent les critères de zonages : elles concernent les accélérateurs utilisés à des fins médicales [6], l'utilisation de sources radioactives scellées en médecine [7] et les installations radiologiques à des fins médicales [8]. Quelques éléments sur les conditions d'accès en zone contrôlées (même s'ils sont peu détaillés) sont également donnés dans la Directive R-06-03 concernant la surveillance dosimétrique dans les hôpitaux, Office Fédéral de Santé Publique [9].

Une Ordonnance spécifique précise les éléments liés à la classification de zones dans les installations non médicales de production de radiations ionisantes [10] : elle s'applique notamment aux travaux industriels de radiographie ou de radioscopie (fixe ou mobile). Les critères de classification de zones contrôlées ne sont pas précisés mais des éléments sur la délimitation ou encore les dispositifs de signalisation spécifiques aux zones contrôlées y sont donnés.

Enfin, dans le domaine des sources non scellées une autre Ordonnance indique quelques éléments relatifs à la délimitation des zones, aux conditions d'accès à celles-ci, notamment dans le cadre du transport de sources [11].

Note : Seules les extraits des réglementations publiées en Français sont cités dans le texte. Les extraits utilisés de la Directive *HSK-R-07* de juin 1995, publiée uniquement en Allemand, ne sont pas reproduits. Il convient de se reporter aux textes officiels originaux si nécessaire.

2. REGLES DE ZONAGE DANS LA REGLEMENTATION GENERALE

La Loi sur la Radioprotection (LRaP) du 22 mars 1991 [1] s'applique à toutes les activités et toutes les installations. Elle est complétée par l'Ordonnance sur la Radioprotection (ORaP) du 22 juin 1994 [2] qui précise les règles d'application de la Loi. Ainsi, c'est dans l'Ordonnance (Art.58) que le principe d'établissement de zone est inscrit :

Chapitre 5 Utilisation d'installations et de sources radioactives

Section 1 Zones contrôlées

Art. 58

1. Le titulaire de l'autorisation doit établir des zones contrôlées aux fins de limiter et de contrôler l'exposition aux rayonnements.
2. Les zones contrôlées doivent être délimitées de manière distincte et marquées conformément à l'annexe 6
3. Le titulaire de l'autorisation doit contrôler l'accès aux zones contrôlées et le séjour dans celles-ci.
4. Le DFI et le DETEC arrêtent, dans les limites de leur compétence, les prescriptions relatives au comportement à adopter dans les zones contrôlées.

2.1. Rôle et philosophie du zonage

Le zonage a pour but de « limiter et contrôler l'exposition aux rayonnements ».

On peut noter qu'en Suisse une dose efficace annuelle inférieure à 100 μSv reçue dans le cadre de l'activité professionnelle (ou inférieure à 10 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ en dehors de l'activité professionnelle) est considérée *de facto* comme optimisée (niveau *de minimis*).

On peut également considérer que le zonage répond en partie au devoir de l'employeur d'informer les travailleurs au sujet des doses de rayonnements qu'ils doivent s'attendre à recevoir lors de l'accomplissement de leur activité [ORaP Art. 33]

2.2. Types d'installations concernées par la réglementation générale

La L RaP [1] et l'ORaP [2] sont applicables à tous les secteurs d'activité (à l'exception de la manipulation des matières premières d'origine et de composition de nucléides naturelles délivrant une dose inférieure à 1 mSv par an).

2.3. Types de zones

Le texte principal de l'ORaP mentionne seulement la nécessité de désigner des zones contrôlées (Art 58). En outre, l'annexe 1 de l'ORaP précise que les zones contrôlées sont :

- Les secteurs de travail destinés à l'utilisation de sources radioactives non scellées dont l'activité dépasse les limites présentées dans l'annexe,
- Les zones dans lesquelles le degré de contamination de l'air peut excéder 1/20 des valeurs directrices¹⁰ par radionucléide indiquées dans l'annexe de l'ORaP¹¹,
- Les zones dans lesquelles la contamination surfacique peut excéder les valeurs directrices pour la radioprotection opérationnelle indiquées par radionucléides dans l'annexe de l'ORaP,
- Les zones dans lesquelles des personnes peuvent accumuler une dose effective supérieure à 1 mSv par an par irradiation externe,
- Les zones dans lesquelles sont exploitées des installations dépourvues de dispositif de protection totale,

¹⁰ Une valeur directrice est une valeur qui est déduite d'une limite (en utilisant des hypothèses ou modèles donnés), dont le dépassement implique certaines mesures à prendre et dont le respect garantit celui de la valeur limite concernée

¹¹ Les valeurs directrices de contamination atmosphérique (en Bq/m^3 , pour 2400 m^3 inhalés en 2000 heures) et surfacique (Bq/cm^2 , en moyenne sur 100 cm^2) sont calculées en référence à une dose efficace de 20 mSv/an et 0,5 mSv/an respectivement. (Pour plus de détails, cf. ORaP Annexe 3)

- Les zones désignées comme telles par l'autorité de surveillance.

L'ORaP ne donne pas d'indications sur l'éventualité de sous-zone dans les zones contrôlées.

Des éléments complémentaires relatifs aux doses admissibles à l'extérieur des zones contrôlées sont indiqués dans l'article dédié au blindage des installations (Art 59. de l'ORaP) :

1. Le local ou la zone dans lesquels sont utilisées ou entreposées des installations fixes ou des sources radioactives doivent être conçus ou blindés de façon que, compte tenu de la fréquence d'exploitation:
 - a. à aucun endroit situé dans l'enceinte de l'entreprise, mais en dehors des zones contrôlées, et où peuvent séjourner des personnes exposées aux rayonnements dans des circonstances non liées à l'exercice de leur profession, la dose ambiante n'excède 0,02 mSv par semaine; cette valeur peut être dépassée jusqu'à cinq fois dans les endroits où personne ne séjourne durablement.
 - b. à aucun endroit situé en dehors de l'enceinte de l'entreprise, les valeurs limites d'immissions¹² précisées à l'art. 102 ne soient dépassées.
2. Avec l'assentiment de l'autorité de surveillance, le débit de dose peut atteindre localement jusqu'à 0,0025 mSv par heure dans des endroits rarement fréquentés, situés en dehors des zones contrôlées comprises dans l'enceinte d'une entreprise sous surveillance constante, dans lesquels le dépassement de la valeur limite de dose selon l'art. 37 (*1 mSv/an*) est empêché par des mesures appropriées.

2.4. Signalisation d'une zone contrôlée

L'ORaP (annexe 6) précise la signalisation et les indications minimales qui doivent être mentionnées à l'entrée d'une zone contrôlée, selon les sources radioactives utilisées :

1. Sources radioactives non scellées
 - a. le nucléide le plus radiotoxique et son activité maximale;
 - b. la classification du secteur de travail (type A, B ou C);
 - c. le degré maximal de contamination non fixée sur les surfaces, en Bq/cm² ou sous forme du nombre de valeurs directrices pour le nucléide en cause;
 - d. le débit de dose ambiant en mSv par heure dans le secteur accessible, si cela se révèle judicieux;
 - e. les indications sur les vêtements de protection nécessaires ainsi que les mesures de protection à prendre;
 - f. le signe de danger (i.e. trisecteur)
2. Sources radioactives scellées:
 - a. le nucléide le plus radiotoxique et son activité maximale ou l'activité et le nucléide avec le rayonnement gamma de la plus haute énergie;
 - b. le débit de dose ambiant en mSv par heure dans le secteur accessible, si cela se révèle judicieux;
 - c. le signe de danger.

¹² Art. 102. Valeurs limites d'immissions

1. Les immissions de substances radioactives dans l'air en dehors de l'enceinte de l'entreprise ne doivent pas excéder, en moyenne par année, un trois-centième de la valeur directrice indiquée à l'annexe 3, colonne 11.

2. Les immissions de substances radioactives dans les eaux accessibles au public ne doivent pas excéder, en moyenne par semaine, un cinquantième de la limite d'exemption applicable à l'activité spécifique, indiquée à l'annexe 3, colonne 9.

3. Le rayonnement direct ne doit pas donner lieu en dehors de l'enceinte de l'entreprise à des doses ambiantes excédant, par année, 1 mSv dans les locaux d'habitation, de séjour et de travail et 5 mSv dans tout autre endroit.

3. Installations (e.g. installations à rayons X, accélérateurs):
 - a. la désignation de l'installation;
 - b. la nature du rayonnement (p. ex. électrons, rayons X, neutrons, pour autant que cela n'apparaisse pas dans la désignation de l'installation);
 - c. le débit de dose ambiant en mSv par heure dans le secteur accessible, si cela se révèle judicieux;
 - d. le signe de danger.

En ce qui concerne les sources non scellées, en plus du marquage à l'entrée des zones contrôlées visées à l'annexe de l'ORaP, on indiquera et signalisera les débits de dose ambiant et les contaminations accrues qui y sont produits. Le cas échéant, le séjour de ces zones sera spécialement contrôlé et sa durée limitée.

3. REGLES DE ZONAGE DANS L'INDUSTRIE NUCLEAIRE

3.1. Règles de zonages concernant l'industrie nucléaire dans les directives suisses

3.1.1. Principes généraux

En ce qui concerne l'industrie nucléaire, il existe une directive de l'Inspection Fédérale de la Sécurité Nucléaire IFSN-G15/f [3] faisant seulement référence à la planification de la radioprotection dans les zones contrôlées sans donner davantage de détail sur les critères de délimitations de zones. Une directive, rédigée en allemand - *Richtlinie für den überwachten Bereich der Kernanlagen und des Paul Scherrer Institutes HSK-R-07* de juin 1995 [4] - détaille les critères de délimitation des zones ainsi que les conditions d'accès en zone sur les sites nucléaires.

3.1.2. Evaluation de la nature et de l'ampleur des risques

La directive de l'IFSN sur les objectifs de radioprotection applicables aux installations nucléaires spécifie concernant les personnes professionnellement exposées aux radiations que « le détenteur de l'autorisation doit prendre les mesures nécessaires pour garantir une planification efficace de la radioprotection tenant compte du principe de l'optimisation. Ces mesures prennent en considération les doses individuelles et collectives associées aux travaux dans les zones contrôlées et dans les champs de radiations et sont accompagnées par des objectifs de planification des doses. »

Directive IFSN-G15/f

4.1.2. Objectifs de la planification des doses

a. Le détenteur de l'autorisation doit définir des objectifs de planification des doses. Ceux-ci sont déduits de valeurs empiriques obtenues lors de travaux optimisés et indiquent ce que l'on peut atteindre par l'application d'une bonne technique et d'une méthode de travail adéquate.

b. Pour les entreprises dans lesquelles aucune dose supérieure à 2 mSv par année ne peut advenir, l'information habituelle selon la directive IFSN-B02 suffit à définir les objectifs de planification des doses.

c. Pour les installations dans lesquelles des doses individuelles supérieures à 2 mSv par année peuvent advenir en fonctionnement normal, un système de management de la qualité en radioprotection, conformément à l'article 136, alinéa 6, de l'ORaP, est requis.

d. Dans le cas où la planification de radioprotection d'un travail implique une dose collective de plus de 50 personnes-mSv, la planification de la radioprotection doit être présentée à l'IFSN, conformément à la directive IFSN- B03, chapitre 4.3.

e. Avant un arrêt planifié (entre autres en cas de révision, de changement du combustible ou de réparation), les centrales nucléaires doivent établir des objectifs de planification des doses pour les

travaux associés. Ces objectifs sont à annoncer en temps utile conformément à la directive IFSN-B03, chapitre 4.1. Ils sont à présenter sur demande à l'IFSN avec leur déduction. Ils se basent sur les éléments suivants :

- valeurs tirées de l'expérience pour des travaux comparables effectuées dans l'installation en question ou dans une installation similaire ;
- situation radiologique actuelle de l'installation ;
- expériences internationales ;
- procédures d'optimisation (comparaison de différents processus de travail et mesures de protection).

f. Les centrales nucléaires doivent fixer, au début de l'année, les objectifs de planification des doses pour l'exploitation en mode de production. Ces objectifs se basent sur l'ampleur des travaux connue à ce moment-là, sur des valeurs d'expérience des années précédentes et éventuellement sur des mesures d'optimisation. Ils seront adaptés en cas de fortes modifications de l'ampleur des travaux ou de modifications de l'inventaire radioactif.

g. Dans le cas où les planifications de radioprotection pour l'exploitation en mode de production et pour les arrêts prévus (entre autres révision, changement du combustible, réparation) conduisent à une dose collective annuelle supérieure à 1500 personnes-mSv, l'IFSN examinera la planification de manière détaillée et exigera le cas échéant d'autres mesures d'optimisation.

Concernant, les objectifs de radioprotection pour les personnes non exposées, la directive fait référence à l'ordonnance sur la radioprotection ORaP.

Directive IFSN-G15/f

4.2. Objectifs de radioprotection pour les personnes non professionnellement exposées aux radiations dans l'enceinte de l'entreprise

Pour les personnes non professionnellement exposées aux radiations qui séjournent dans l'enceinte de l'entreprise, la protection contre le rayonnement direct est réglementée à l'article 59 de l'ORaP. Pour la limitation de la contamination de l'air et des surfaces dans l'enceinte de l'entreprise, les valeurs directrices données au chapitre 6.1 de la directive HSK- R-07, correspondant à 0,05 CA, respectivement à 1 CS, s'appliquent. Pour la dose individuelle, la valeur limite annuelle est de 1 mSv, conformément à l'article 37 de l'ORaP.

3.1.3. Délimitation des zones

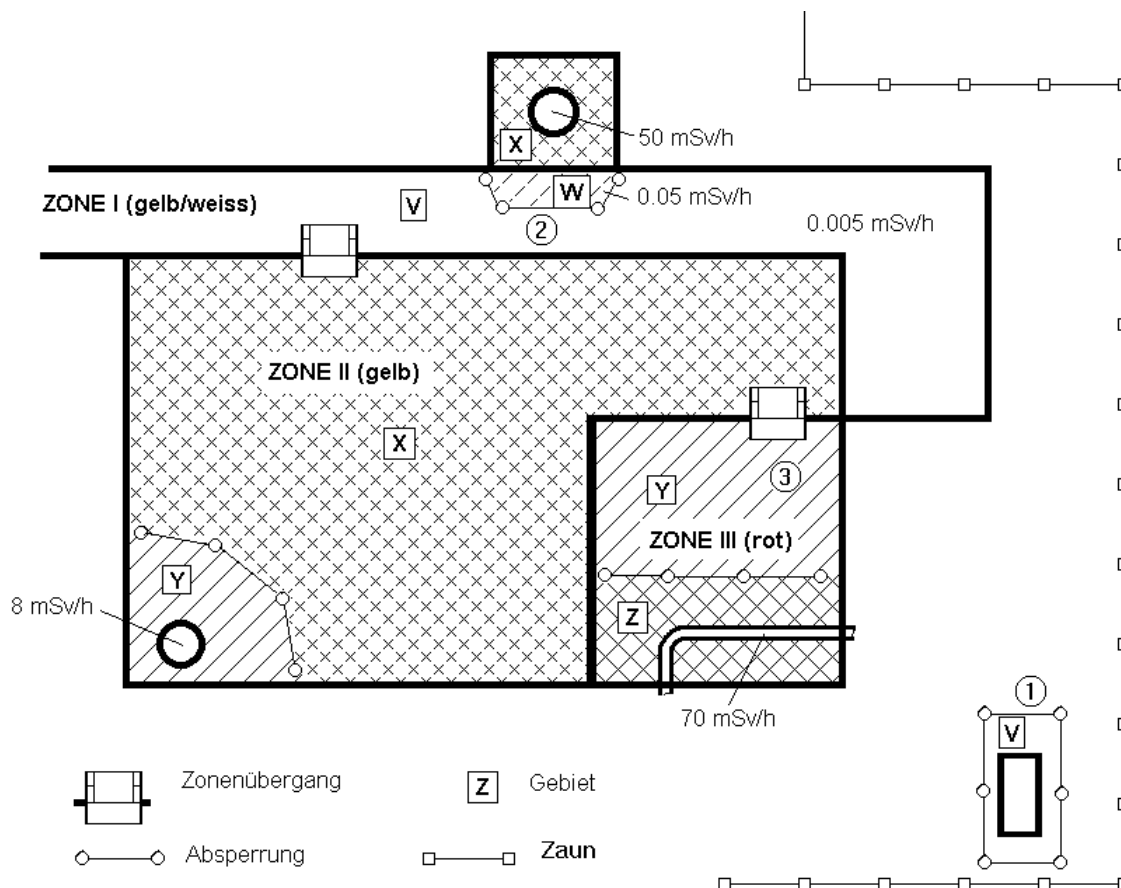
La directive spécifique à l'industrie nucléaire définit des zones surveillées et précise que toute zone contrôlée doit être située à l'intérieur d'une zone surveillée.

De plus, les zones contrôlées doivent être définies dans des locaux fermés. Les zones contrôlées sont classées selon le niveau de contamination surfacique et/ou atmosphérique (zone I et IV). A l'intérieur des zones contrôlées, des secteurs sont déterminés selon l'exposition externe (secteurs V à Z).

3.1.3.1. Critères de classement des secteurs vis-à-vis du risque d'exposition externe

- Zone réglementée hors zone contrôlée : 20 μ Sv/semaine (0,12 μ Sv/h), dans les zones où des travailleurs non classés peuvent séjournier, ou 100 μ Sv/semaine (0,6 μ Sv/h) dans les zones de passage où le débit de dose est inférieur à 1 μ Sv/h.
- Secteur V : Débit de dose < 0,01 mSv/h,
- Secteur W : 0,01 mSv/h < Débit de dose < 0,1 mSv/h,
- Secteur X : 0,1 mSv/h < Débit de dose < 1 mSv/h,
- Secteur Y : 1 mSv/h < Débit de dose < 10 mSv/h,
- Secteur Z = Débit de dose > 10 mSv/h.

A noter que la directive présente un exemple de classement (cf. schéma ci-dessous), avec des explications sur la classification des zones, et leur délimitation physique, pour chaque point particulier.



Lexique allemand/français (par ordre alphabétique) : Absperrung = barrière, Gebiet = secteur (V, W, X, Y, ou Z), gelb = jaune, rot = rouge, weiss = blanc, Zaun = clôture, Zonenübergang = zone de transition

① Zone de stockage temporaire d'un composant irradiant : zone doit être fermée en raison du débit de dose accru.

② Dans le couloir, qui est une zone V, le débit de dose est augmenté à un endroit du à un composant de la salle adjacente. Cette endroit doit être fermé.

③ Cette zone est une zone contaminée III rouge et zone de débit de dose Y. Au fond de la pièce, une tuyauterie génère un débit de dose supérieur donnant lieu à un classement Z. Il faut mettre une barrière dans la pièce pour séparer les deux zones.

D'après la directive, les surfaces des murs, sols, plafonds et équipements doivent être facilement décontaminables dans les zones contrôlées.

Les zones où des personnes restent longtemps mais qui ne contiennent aucune source comme les locaux de contrôle et les salles d'attente doivent être blindés de manière à ce que le débit de dose ne dépasse pas 1 μ Sv/h.

3.1.3.2. Critères de classement vis-à-vis du risque de contamination

Les critères de contamination surfacique, CS, et atmosphérique, CA, correspondent aux valeurs directrices définies dans l'annexe de l'ORaP pour chaque radionucléide.

	Contamination surfacique	Contamination atmosphérique
Zone I : zone jaune avec une faible probabilité de contamination	$K_0 < 1 \text{ CS}$,	$K_1 < 0,1 \text{ CA}$
Zone II : zone jaune	$1 \text{ CS} < K_0 < 10 \text{ CS}$	$K_1 < 0,1 \text{ CA}$
Zone III : zone rouge	$10 \text{ CS} < K_0 < 100 \text{ CS}$	$0,1 \text{ CA} < K_1 < 10 \text{ CA}$
Zone IV : zone rouge	$K_0 > 100 \text{ CS}$	$K_1 > 10 \text{ CA}$

3.1.4. Conditions d'accès dans le domaine de l'industrie nucléaire

Le personnel pénétrant en zone contrôlée doit avoir été formé et informé des risques encourus. Un vestiaire approprié doit être aménagé. Les portes d'accès doivent faire l'objet d'un contrôle approprié. Les accès aux sorties de secours en direction de zones non contrôlées doivent être signalées de manière à prévenir une entrée non autorisée en zone contrôlée. La pression à l'intérieur de la zone contrôlée doit être plus faible que la pression dans la zone non contrôlée limitrophe.

Réglementation concernant les tenues de protection.

- Zone 0 : pas de réglementation
- Zone I : blouse, surchausse ou chaussures spécifiques de zone
- Zone II : surtenue complète, surchausse spécifique pour la zone, gants
- Zone III : surtenue complète avec un marquage rouge, vêtements sous la surtenue spécifique à la zone, surchausse spécifique à la zone, coiffes de protection, gants, masque anti-poussières disponibles
- Zone IV : surtenue complète avec un marquage rouge, vêtements sous la surtenue spécifique à la zone, coiffes de protection, gants, bottes de protection, Masque de protection avec filtre absolu.

Conditions d'accès et durée de résidence dans les zones.

- Zone 0, I, II : Pas de restrictions supplémentaires d'accès et durée respectant le concept ALARA
- Zone III : Accès après autorisation donnée selon le règlement d'exploitation, éventuellement sous le contrôle du service de RP, durée de résidence peut être limitée par la contamination atmosphérique.
- Zone IV : Accès après autorisation donnée selon le règlement d'exploitation et seulement sous le contrôle strict du service de RP, durée de résidence limité selon des considérations d'hygiène de travail.

Conditions d'accès selon le débit de dose, port d'un dosimètre électronique

- Secteur V : pas de limitation d'accès et durée respectant le concept ALARA
- Secteur W, X : Accès seulement aux agents autorisés selon le règlement interne et durée d'accès limitée
- Secteur Y : Accès seulement aux agents autorisés selon le règlement interne sous contrôle du service de RP ou d'un représentant et durée d'accès très limité

- Secteur Z : Accès réservé seulement aux agents autorisés selon le règlement interne et sous contrôle strict du service de RP après rédaction d'un plan de travail et durée d'accès très sévèrement limité.

3.2. Règles de zonages dans l'industrie nucléaire : cas de la centrale nucléaire de Beznau

Une visite de *benchmarking* effectuée par le CEPN en 2006 sur l'organisation de la radioprotection à la centrale de Beznau Note 06/23[7] permet de préciser quelques points particuliers concernant le zonage dans cette centrale.

3.2.1. Règles de zonage dans la centrale nucléaire de Beznau

3.2.1.1. Zonage selon les niveaux de contamination

La zone contrôlée est classée en 5 catégories selon le niveau de contamination surfacique et volumique. Le tableau ci-dessous détaille les critères de classification de ces zones ainsi que les mesures RP selon la zone. Le critère le plus discriminant prévaut lors de la classification de la zone. La centrale de Beznau utilise une unité spécifique appelée "Richtwerk" (RW) qui correspond à :

- 3 Bq/cm² en équivalent Co-60 pour la contamination surfacique,
- 500 Bq/m³ en équivalent Co-60 pour la contamination volumique.

Zone	Contamination surfacique (en RW)	Contamination volumique (en RW)	Mesures de radioprotection spécifiques
0	Petit	Petit	Aucune
I	≤ 1	≤ 0,1	Aucune
II II-S ¹³	> 1 - 10	≤ 0,1	Délimitation de la zone Mesure de la contamination surfacique à l'extérieur et à l'intérieur de la zone 2 fois par jour
III	> 10 - 100	> 0,1 – 1	Idem II Pendant un travail, mesures de la contamination toutes les 2 heures
IV	> 100	> 1	Idem II Pendant un travail, mesures de la contamination toutes les heures

Remarque : La majeure partie de la zone contrôlée est classée I, la piscine du réacteur est classée III et le canal de transfert du combustible vers la piscine est classé IV.

A Beznau, les zones I ou II sont signalées en jaune, les zones III ou IV en rouge.

¹³ La zone II-S est une zone spécifique au BR. Notamment, la tenue à porter est légèrement différente de la zone II.

3.2.1.2. Zonage selon le débit de dose

En plus du zonage en fonction de la contamination surfacique et volumique, la zone contrôlée est également classée en 5 catégories en fonction du débit de dose ambiant. Le tableau suivant présente cette classification et les mesures de RP spécifiques.

Zone	Débit de dose ($\mu\text{Sv/h}$)	Mesures RP spécifiques
V	≤ 10	Aucune
W	$> 10 - 100$	Aucune
X	$> 100 - 1\ 000$	Délimitation (papier « <i>Radioactive</i> » jaune) Mesure au contact et à 1 m ou en limite de zone avec affichage des mesures
Y	$> 1\ 000 - 10\ 000$	Idem X Interdiction d'entrer sans un RP Travail sous la surveillance d'un RP
Z	$> 10\ 000$	Zone fermée à clé (si possible sinon délimitation de la zone) Seuls les RP ont la clé Un prévisionnel dosimétrique doit être fait avant tout travail

3.2.2. Conditions d'accès dans les zones classées selon des critères de contamination

Selon le niveau de classification de la zone, des tenues spécifiques doivent être portées. De manière systématique, toute personne entrant en Zone Contrôlée doit porter des sur-chaussures et une tenue blanche intégrale. Il est conseillé mais pas obligatoire d'utiliser les sous-vêtements, tee-shirt et chaussettes de la centrale pour entrer en zone. Ainsi, il est possible d'entrer en civil en Zone Contrôlée. Le tableau suivant définit les tenues à porter selon le type de zone.

Zone	Tenue
I	Tenue civile, tenue blanche et surchaussures OU Sous-vêtement KKB ¹⁴ , tee-shirt KKB, chaussettes KKB, tenue blanche et chaussures de zone
II	Sous-vêtement KKB, tee-shirt KKB, chaussettes KKB, tenue blanche, chaussures de zone, surbottes bleues et gants coton (en cas de travail en zone humide, il est possible d'utiliser des gants en caoutchouc)
II-S	(dans le BR) – idem zone II plus un calot
III	Sous-vêtement KKB, tee-shirt KKB, chaussettes KKB, tenue rouge , chaussures de zone, surbottes bleues, gants coton et gants caoutchouc , calot et masque à poussière
IV	Sous-vêtement KKB, tee-shirt KKB, chaussettes KKB, tenue rouge, bottes et surbottes, gants coton, gants caoutchouc plus une autre épaisseur de gant en caoutchouc , calot , masque à air et combinaison intégrale

Il est à noter que, lors d'un travail en zone classée de niveau IV, le type d'appareil respiratoire et de combinaison intégrale dépend du niveau de contamination. Par ailleurs, pour ce type de tenue, une aide extérieure est obligatoire pour l'habillage et le déshabillage de l'opérateur.

¹⁴

KKB : Kernkraftwerk Beznau (Centrale Nucléaire de Beznau)

3.2.3. Signalisation

3.2.3.1. Signalisation des zones classées en fonction du débit de dose

Dans la centrale nucléaire de Beznau, contrairement aux zones classées en fonction de la contamination, les zones classées en fonction du débit de dose ne sont pas clairement signalées. Les débits de dose mesurés (ambiant, au contact, à 1 mètre...) sont indiqués sur des panneaux situés autour des différentes zones de contamination. Les débits de doses ambiants sont également indiqués sur des plans de la Zone Contrôlée placés à différents endroits du bâtiment réacteur et du bâtiment des auxiliaires nucléaires selon que la tranche est en marche ou en arrêt. Les différents types de zones contrôlées (secteurs V, W, X, Y, Z) y sont symbolisées par des couleurs distinctes. Cependant, sur le terrain, la signalétique utilisée n'utilise pas ce code couleur pour identifier les différents secteurs.

3.2.3.2. Signalisation des zones classées en fonction de la contamination

Afin de signaler les zones contrôlées, des pancartes doivent être mises en place sur lesquelles le niveau de classification de chaque zone doit être indiqué lors d'un changement de niveau de classification change dans une même pièce ou lors d'un changement de pièce. Par ailleurs, les pancartes doivent porter des couleurs spécifiques afin d'aider au repérage du niveau de classification. Ainsi, les zones I ou II sont indiquées en jaune correspond tandis que les zones III ou IV sont indiquées en rouge.

3.2.4. Mesures spécifiques pour limiter le risque de contamination

En sortie de zone contrôlée, le lavage des mains est obligatoire. Des appareils de détection β , γ sont mis à disposition pour le contrôle des mains et des pieds ainsi que des installations de change et de douche.

A noter qu'il n'existait pas au moment de la visite (2006) de portique de contrôle en sortie de site.

Des contrôles des outils, matériaux, du linge et des véhicules en entrée et sortie de sites sont également réalisés.

4. REGLES DE ZONAGE DANS LE DOMAINE MEDICAL

4.1. Ordonnances spécifiques

Dans le secteur médical, il existe trois ordonnances particulières qui précisent les critères de zonage dans plusieurs domaines d'activité :

- Ordonnance sur la radioprotection s'appliquant aux accélérateurs d'électrons utilisés à des fins médicales (OrAc) du 15 décembre 2004 [6],
- Ordonnance sur l'utilisation de sources radioactives scellées en médecine (OSRM) du 15 novembre 2001 [7],
- Ordonnance sur les installations radiologiques à usage médical (Ordonnance sur les rayons X) du 20 janvier 1998[8],
- Ordonnance sur l'utilisation des sources radioactives non scellées du 21 novembre 1997 [11].

4.2. Délimitation des zones

4.2.1. Accélérateurs d'électrons

OrAc Section 3 : Radioprotection liée à la conception, Art. 11

Les accélérateurs doivent être exploités dans un local d'irradiation. Le dispositif de commande doit être placé hors du local d'irradiation. Le local d'irradiation est à considérer comme une zone contrôlée. Dans les secteurs contigus au local d'irradiation, les doses ambiantes ne doivent être dépassées à aucun endroit :

- 0,02 mSv par semaine aux endroits situés hors de la zone contrôlée,
- 0,1 mSv par semaine aux endroits situés à l'intérieur de la zone contrôlée.

Aux endroits situés hors de la zone contrôlée dans lesquels un séjour durable n'est pas envisagé et où aucun poste de travail n'est installé, une dose ambiante 5 fois supérieure à celle indiquée ci-dessus est admise. Cela concerne en particulier les salles d'attente, les cabines de déshabillage, les locaux d'archives, les entrepôts, les caves, les toilettes, les corridors, les escaliers, les cages d'ascenseurs, les trottoirs, les rues, les espaces verts et les jardins. La dose ambiante n'est soumise à aucune limitation aux endroits où personne ne peut séjourner durant le fonctionnement de l'accélérateur.

4.2.2. Sources radioactives scellées

OSRM Chapitre 2 : Mesures architecturales de radioprotection et équipement; Art. 6, Art. 9, Art. 11, Art. 12

Les unités d'irradiation doivent être exploitées dans un local d'irradiation. Le dispositif de commande doit être situé à l'extérieur du local d'irradiation. Le local d'irradiation est à considérer comme une zone contrôlée.

Dans les locaux où l'on applique manuellement des sources radioactives médicales (notamment les salles d'opération), il faut disposer, outre d'un blindage suffisant des éléments qui les délimitent selon l'art. 6, de blindages mobiles. Ceux-ci doivent être dimensionnés de façon à ce que le débit de dose ambiant derrière la protection ne dépasse pas 25 μ Sv/h.

Dans les chambres de patient traité par radiothérapie, il y a lieu de disposer, outre d'un blindage suffisant des éléments qui les délimitent selon l'art. , de blindages mobiles. Un blindage stationnaire d'au moins 110 cm de hauteur est à prévoir le long du lit du patient. Il doit être dimensionné de sorte que le débit de dose ambiant derrière la protection ne dépasse pas 25 μ Sv/h.

Dans les secteurs contigus aux locaux où sont exploitées ou entreposées des sources radioactives médicales, les doses ambiantes suivantes ne doivent être dépassées à aucun endroit :

- a. 0,02 mSv par semaine aux endroits où les personnes non exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession peuvent séjourner de manière durable ou aux endroits où le séjour n'est pas sous le contrôle du titulaire de l'autorisation.
- b. 0,1 mSv par semaine aux endroits accessibles seulement aux personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession ou qui ne sont pas prévus pour un séjour durable.

Aux endroits où aucune personne ne peut se tenir durant l'exploitation des sources radioactives médicales, la dose ambiante n'est soumise à aucune limitation.

4.2.3. Installations radiologiques à usage médical

Ordonnance sur les rayons X Chapitre 2 : Radioprotection liée à la construction; Art. 6

Les locaux dans lesquels sont utilisées des installations radiologiques doivent être blindés de sorte que, selon les paramètres d'exploitation prévus, le débit de dose ambiant ne dépasse 0,02 mSv par semaine à aucun endroit situé à l'extérieur où pourraient séjourner durablement des personnes non exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession.

Le débit de dose ambiant ne doit pas dépasser 0,1 mSv par semaine dans les zones contiguës où des personnes non exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession ne séjournent pas durablement. Ces zones sont : les salles d'attente, les vestiaires, les toilettes, les corridors, les escaliers, les cages d'ascenseurs, les trottoirs, la rue, les espaces de verdure, les jardins, les locaux sans places de travail fixes tels que les archives, les entrepôts et les caves.

Les éléments de protection dans la salle de radiologie et les éléments délimitant celle-ci doivent être dimensionnés de sorte que le débit de dose ambiant ne dépasse 0,1 mSv par semaine à aucun endroit dans les zones contiguës où ne séjournent que des personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession.

Le débit de dose ambiant n'est soumis à aucune limitation aux endroits où personne ne peut se tenir pendant que fonctionne l'installation radiologique.

4.3. Conditions d'accès

Selon l'ordonnance sur la radioprotection s'appliquant aux accélérateurs d'électrons utilisés à des fins médicale (OrAc, [6]), Art.15 – information et formation du personnel :

1. Avant même de commencer à travailler, les personnes nouvellement engagées sont informées par l'expert en radioprotection des règles de radioprotection applicables.
2. Le personnel chargé du nettoyage n'a l'autorisation de travailler dans les zones contrôlées que s'il a reçu les instructions d'une personne formée en radioprotection.

Selon la directive R-06-03 de l'OFSP Directive R-06-03 concernant la surveillance dosimétrique dans les hôpitaux [9], l'accès à la zone contrôlée est réservé au personnel exposé au rayonnement dans l'exercice de sa profession et aux patients en thérapie, et doit être contrôlé en conséquence. Les personnes qui, dans le cadre de leur formation pratique, séjournent dans les salles d'opération ou dans d'autres zones contrôlées doivent porter un dosimètre.

5. REGLES DE ZONAGE DANS LES INSTALLATIONS RADIOLOGIQUES A USAGE NON MEDICAL

Une ordonnance spécifique à *aux installations non médicales de production de radiations ionisantes* apporte des éléments quant à la classification de zones dans des installations non médicales de production de radiations ionisantes [10]. Les critères même de classification de zones contrôlées ne sont pas relatés mais des éléments quant à la délimitation ou encore aux dispositifs de signalisation spécifiques sont mentionnés.

5.1. Principes généraux

Les installations radiologiques à usage non médical concernent :

- les équipements ou appareils servant à produire des rayonnements photoniques et corpusculaires d'une énergie supérieure à 5 keV

- Les instruments, équipements et appareils émettant des rayonnements ionisants parasites, dans la mesure où le débit de dose à 10 cm de la surface dépasse 1µSv par heure.

L'ordonnance [10] donne des indications sur les caractéristiques de limites de zones contrôlées et la signalétique afférente. Les critères même de délimitation du zonage ne sont pas précisés, seule la référence à l'article 58 de la réglementation générale pour classer les lieux en zone contrôlée est donnée. Il est seulement mentionné à l'article 9 de la section 3, que les installations n'ayant pas un dispositif de protection totale doivent être placées dans des zones contrôlées. Pour les installations qui ont un dispositif de protection totale, aucune exigence particulière n'est citée.

Section 3 Emplacement et blindage des installations

Art. 9 Emplacement

1. Les installations qui ne sont pas munies d'un dispositif de protection totale doivent être placées dans des locaux d'irradiation conformes à l'art. 60, al. 2, ORaP ou dans des secteurs délimités. Ces endroits sont considérés comme des zones contrôlées selon l'art. 58 de l'ORaP.
2. Aucune exigence particulière n'est fixée pour l'emplacement des installations munies d'un dispositif de protection totale.

5.2. Caractéristiques des limites de zones

L'article 10 de l'ordonnance détermine le blindage et le dimensionnement des zones dans lesquelles sont situées les installations radiologiques non médicales, en prenant en compte les débits de dose:

Section 3 Emplacement et blindage des installations

Art. 10 Blindage des installations

1. Le blindage des locaux d'irradiation ou le dimensionnement des secteurs délimités doit être établi sur la base des paramètres d'exploitation de sorte que les débits de dose suivants ne soient pas dépassés:
 - a. 0,02 mSv par semaine : dans les locaux situés hors des zones contrôlées;
 - b. 0,1 mSv par semaine : dans les endroits, à l'extérieur des zones contrôlées, qui ne sont pas prévus pour un séjour durable;
 - c. 0,1 mSv par semaine : dans les endroits, à l'intérieur des zones contrôlées, où ne peuvent se tenir que des personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession. En outre, le débit de dose maximal autorisé aux endroits accessibles ne doit pas dépasser la valeur de 100 µSv par heure.
2. Aux endroits où aucune personne ne peut se tenir durant l'exploitation de l'installation, le débit n'est soumis à aucune limitation.

Il est également noté à l'art. 11 que pour les installations qui n'ont pas de dispositifs de protection totale (donc en zones contrôlées), des plans de radioprotection architecturales doivent être adressées à l'Office Fédéral de Santé publique.

L'annexe 3 de l'ordonnance faisant référence aux installations fixes placées dans les locaux d'irradiation et destinés à la radiographie mentionne, sans donner davantage de détail, que durant le fonctionnement de l'installation, des dispositifs adéquats doivent empêcher l'accès au local d'irradiation.

Annexe 3.

1. Installations fixes placées dans des locaux d'irradiation et destinées à la prise de clichés radiologiques (radiographie)

1.1 L'installation ne doit pouvoir être mise en service que lorsque les accès sont fermés ou sécurisés. Durant le fonctionnement de l'installation, des dispositifs adéquats doivent empêcher l'accès au local d'irradiation. Il doit être possible en tout temps de quitter le local d'irradiation.

L'Annexe 3 spécifie également certaines caractéristiques de limites de zones dans le cas d'installations mobiles comme :

Annexe 3. Utilisation d'installations mobiles

3.1. Pour l'utilisation d'installations mobiles, il y a lieu de disposer des équipements suivants:

a. matériel pour interdire l'accès (poteaux, cordes, etc.)

c. le cas échéant, matériel de blindage (par exemple panneaux de protection);

(...)

3.4. L'endroit où a lieu le contrôle radiologique (zone contrôlée) doit être interdit d'accès de tous côtés jusqu'à la distance de sécurité jugée nécessaire. Lors de la mise en service de l'installation pour essai, on vérifiera que, en tenant compte de la durée de fonctionnement hebdomadaire prévue, le débit de dose admissible ne soit pas dépassé à l'endroit où est établie la distance de sécurité.

5.3. Signalisation

Un signal lumineux doit être placé sur l'installation pour indiquer l'émission de rayonnement et doit être facilement visible depuis les limites de la zone contrôlée. Ce dispositif lumineux doit être accompagné de signes de danger et d'une désignation selon l'annexe 6 de la réglementation générale ORaP.

Art. 5 Dispositifs de signalisation

1. L'émission de rayonnement doit être indiquée clairement à l'aide d'au moins une signalisation lumineuse placée sur l'installation.

2. Les signaux lumineux d'avertissement doivent être facilement visibles depuis la limite de la zone contrôlée tout autour de l'installation.

3. Les installations ne disposant pas d'un dispositif de protection totale et qui sont exploitées à l'extérieur d'une salle d'irradiation ne doivent pas pouvoir être mises en service quand la signalisation est défectueuse.

4. Les installations doivent être marquées avec le signe de danger et une désignation selon l'annexe 6 ORaP.

5.3.1. Cas spécifique des installations fixes dans les locaux d'irradiation et destinées à la prise de clichés radiographiques.

L'annexe 3 précise des éléments de signalisation vis-à-vis d'installations spécifiques. Concernant les installations de radiographie, il est précisé que doit être clairement indiqué à toutes les entrées du local d'irradiation l'état de fonctionnement de l'installation soit par une signalisation lumineuse soit par une lampe-éclair.

Annexe 3. Installations fixes dans les locaux d'irradiation et destinées à la prise de clichés radiographiques.

1.2. L'état de fonctionnement de l'installation doit être indiqué dans le local d'irradiation, à toutes les entrées du local, de même qu'à proximité du dispositif de commande. A l'intérieur du local d'irradiation, l'état de fonctionnement sera indiqué soit par une signalisation lumineuse tournante, soit par une lampe-éclair. Le fonctionnement des signalisations lumineuses doit pouvoir être contrôlé depuis l'extérieur de la zone contrôlée.

5.3.2. Cas spécifique des installations mobiles.

L'annexe 3 mentionne que des écriteaux d'avertissement et des signaux clignotants doivent être disposés autour des installations mobiles, sans pour autant entrer dans le détail de cette signalisation.

5.4. Mesures spécifiques pour limiter le risque de contamination

L'annexe 4 de l'ordonnance sur les installations non médicales de productions de radiations ionisantes porte une attention sur le contrôle du risque de contamination dans les installations de soudure par faisceau d'électron.

Annexe 4

Installations de soudure par faisceau d'électrons

1. Après révision ou modification d'une installation de soudure par faisceau d'électrons, il y a lieu de vérifier qu'il n'y a pas de fuite de rayonnement, en particulier aux joints d'isolation du vide et aux pièces intercalaires.

2. Il n'est pas autorisé de remplacer les fenêtres de visualisation en verre au plomb par des fenêtres en verre normal. Une fenêtre de remplacement doit avoir au moins le même facteur d'atténuation (en équivalent de plomb) que la fenêtre originale.

6. SOURCES NON SCELLEES

Une ordonnance précise quelques points concernant l'utilisation des sources non scellées, en particulier en ce qui concerne les limites de zones : **Ordonnance sur l'utilisation des sources radioactives non scellées du 21 novembre 1997 [11]**. Cette ordonnance est applicable à tous les domaines d'activité utilisant des sources non scellées.

6.1. Délimitation des zones (sectorisation des locaux)

Des secteurs de travail doivent être définis pour les travaux avec des sources radioactives non scellées dont l'activité excède la limite d'autorisation précisée dans l'annexe selon le radionucléide utilisé. [ORaP, Art. 69 [2]]

Les secteurs de travail doivent être établis dans des locaux séparés, prévus exclusivement à cet effet.

Les secteurs de travail sont classés par type, en fonction des activités utilisées par opération ou par jour :

- Type C : activité de 1 à 100 limites d'autorisation (LA, exprimée en Bq) définies dans l'annexe 3, colonne 10 de l'ORaP,
- Type B : activité de 1 à 10000 limites d'autorisation définies dans l'annexe 3, colonne 10 de l'ORaP
- Type A : activité de 1 limite d'autorisation jusqu'à la limite supérieure fixée dans la procédure d'autorisation de l'ORaP.

Ordonnance sur l'utilisation des sources radioactives non scellées, Annexe 2 : Valeurs directrices pour les débits de dose ambiant en tant que grandeurs pratiques de surveillance

Les valeurs limites de dose pour les personnes en cas d'irradiation externe, valeurs fixées par l'ordonnance sur la radioprotection, sont considérées comme respectées lorsque les valeurs directrices de débit de dose ambiant ($\mu\text{Sv/h}$) indiquées dans le tableau ne sont pas dépassées (les valeurs

directrices doivent être considérées comme valeurs « nettes », c'est-à-dire après déduction du bruit de fond naturel).

Endroit concerné	Endroit où séjourment des personnes	Valeur directive en $\mu\text{Sv/h}$
A l'intérieur de la zone contrôlée		
A l'intérieur d'un secteur de travail	- Lieux accessibles avec limitations de séjour et marquage correspondant	non
	- Lieux accessibles sans limitations de séjour spéciales	< 10
	- Postes de travail aménagés de manière fixe	< 5
A l'extérieur d'un secteur de travail	- Dans des locaux contigus à des secteurs de travail	< 2,5
A l'intérieur ou à l'extérieur d'un secteur de travail	- Lieux non prévus pour un séjour durable tels que toilettes, salles d'attente, vestiaires, locaux d'archivage et de stockage sans poste de travail, guichets, couloirs, escaliers, cages d'ascenseurs, dans une chambre de patient : à l'arrière d'un blindage fixe aménagé le long du lit	< 25
A l'extérieur de la zone contrôlée		
A l'intérieur de l'enceinte de l'entreprise	- lieux prévus pour un séjour durable, tels que les chambres de patients dans les hôpitaux, appartements du personnel d'entreprise, logements réservés à des hôtes, etc.	< 0,1
	Postes de travail aménagés de manière fixe	< 0,5
	Lieux non prévus pour un séjour durable tels que les toilettes, salles d'attente, vestiaires, locaux d'archivage et de stockage sans poste de travail, guichets, couloirs, escaliers, cage d'ascenseurs et autres terrains d'exploitation	< 2,5
A l'extérieur de l'enceinte de l'entreprise	- en général, notamment locaux d'habitation, de séjour, de travail	< 0,1
	- Lieux non prévus pour un séjour durable tels qu'espace verts et de circulation, chantiers, etc...	< 0,5

6.2. Conditions d'accès et exigences liées au zonage

Ordonnance sur l'utilisation des sources radioactives non scellées, Chapitre 2 Exigences en matière de construction et d'équipement, Section 1 Secteurs de travail et lieux de stockage; Art. 5

Chaque secteur de travail ou groupe de secteurs de travail reliés entre eux à l'intérieur d'une même zone contrôlée doit disposer en permanence d'au moins un appareil approprié de mesure de la contamination et, le cas échéant, du débit de dose.

Un moniteur de contrôle des mains approprié doit être installé de manière fixe à chaque sortie des secteurs de travail du type C et, dans le cas des secteurs de travail des types B et A, un moniteur de contrôle des pieds et des mains appropriés.

Ordonnance sur l'utilisation des sources radioactives non scellées, Chapitre 2 Exigences en matière de construction et d'équipement, Section 1 Secteurs de travail et lieux de stockage; Art. 6

Un vestiaire destiné au changement de chaussures et de vêtements doit être aménagé devant l'entrée des secteurs de travail de type B et A.

L'accès aux secteurs de travail du type A ne doit être possible que par un vestiaire qui sera équipé d'une douche et d'une installation de décontamination.

7. REFERENCES

- [1] **Loi sur la Radioprotection (LRaP) 814.50** du 22 mars 1991,
- [2] **Ordonnance sur la Radioprotection (ORaP) 814.501** du 22 juin 1994,
- [3] **Directive pour les installations nucléaires suisses, IFSN-G15/f, Objectifs de radioprotection applicables aux installations nucléaires**, Inspection Fédérale de la Sécurité Nucléaire, novembre 2010
- [4] **Richtlinie für den überwachten Bereich der Kernanlagen und des Paul Scherrer Institutes HSK-R-07** juin 1995
- [5] **Organisation de la radioprotection à la centrale nucléaire de Beznau en Suisse, juillet 2006. Note CEPN n°06/23**, P. Croüail, P. Domisse, F. Drouet, E. Hauser.
- [6] **Ordonnance sur les accélérateurs (médical) (OrAc) 814.501.513** du 15 décembre 2004,
- [7] **Ordonnance sur l'utilisation de sources radioactives scellées en médecine (OSRM) 814.501.512** du 15 novembre 2001
- [8] **Ordonnance sur les installations radiologiques à usage médical (Ordonnance sur les rayons X) 814.542.1** du 20 janvier 1998
- [9] **Directive R-06-03 concernant la surveillance dosimétrique dans les hôpitaux, Office Fédéral de Santé Publique**, avril 2010
- [10] **Ordonnance concernant la radioprotection applicable aux installations non médicales de production de radiations ionisantes (Ordonnance sur la radioprotection dans l'utilisation d'installations) 814.501.51** du 31 janvier 2001
- [11] **Ordonnance sur l'utilisation des sources radioactives non scellées 814.554** du 21 novembre 1997