



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE



Atelier Zonage



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE



Un petit QUIZ pour commencer ?



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE



• 1/ Quelle est la bonne réponse ?

- La zone spécialement contrôlée rouge peut être intermittente
- La zone contrôlée jaune ne peut pas être intermittente
- La zone surveillée peut être intermittente
- Aucune des réponses ci-dessus



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE



• 1/ Quelle est la bonne réponse ?

- La zone **spécialement** contrôlée rouge peut être intermittente
- La zone contrôlée jaune ne peut pas être intermittente
- **La zone surveillée peut être intermittente**
- Aucune des réponses ci-dessus



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE



• 2/ Quel est la limite haute de la dose efficace pour la zone contrôlée verte ?

- 100 mSv / h
- 2 mSv / h
- 25 μ Sv / h
- 4 mSv / mois
- 80 μ Sv / mois



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE



• 2/ Quel est la limite haute de la dose efficace pour la zone contrôlée verte ?

- 100 mSv / h
- 2 mSv / h
- 25 μ Sv / h
- **4 mSv / mois**
- 80 μ Sv / mois



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE



• 3/ Dans quelles zones peuvent accéder les personnels non classés ?

- Contrôlée Rouge
- Contrôlée Jaune
- Contrôlée Verte
- Surveillée Bleue
- Aucune des réponses



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE



• 3/ Dans quelles zones peuvent accéder les personnels non classés ?

- Contrôlée Rouge
- **Contrôlée Jaune***
- **Contrôlée Verte**
- **Surveillée Bleue**
- Aucune des réponses



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE



- **4/ Quelle est la couleur du trèfle pour délimiter une zone d'opération ?**
 - **Rouge**
- **5/ Je sors ma source radioactive pour faire de la gammagraphie, à quelle distance je dois mettre mon balisage ?**
 - **Distance pour que la dose efficace intégrée sur une heure soit égale à 0,025 mSv**



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE



Rappels réglementaires sur le zonage



réglementaires évoquant le zonage



- **Arrêté du 15 mai 2006**, *relatif aux conditions de délimitation et de signalisation des zones surveillées et contrôlées et des zones spécialement réglementées ou interdites compte tenu de l'exposition aux rayonnements ionisants, ainsi qu'aux règles d'hygiène, de sécurité et d'entretien qui y sont imposées*
- **Décret n°2018-437 du 4 Juin 2018**, *relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants*
- **Instruction n° DGT/ASN /2018/229 du 2 octobre 2018**, *relative à la prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants*
- **Arrêté du 28 janvier 2020 modifiant l'arrêté du 15 mai 2006 modifié**, *relatif aux conditions de délimitation et de signalisation des zones surveillées et contrôlées et des zones spécialement réglementées ou interdites compte tenu de l'exposition aux rayonnements ionisants, ainsi qu'aux règles d'hygiène, de sécurité et d'entretien qui y sont imposées*



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE

réglementaires évoquant le zonage



- **Arrêté du 23 octobre 2020**, *relatif aux mesurages réalisés dans le cadre de l'évaluation des risques et aux vérifications de l'efficacité des moyens de prévention mis en place dans le cadre de la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants*
- **Décret n°2021-1091 du 18 août 2021**, *relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants*
- **Décret n°2023-489 du 21 juin 2023**, *relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants*



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE

Objectifs du zonage



- La délimitation et la signalisation de ces zones visent à :
 - identifier le danger dû aux rayonnements ionisants
 - graduer le niveau de danger
 - informer le travailleur des risques associés
 - signaler les mesures particulières d'accès
 - indiquer, le cas échéant, le type EPI nécessaire.



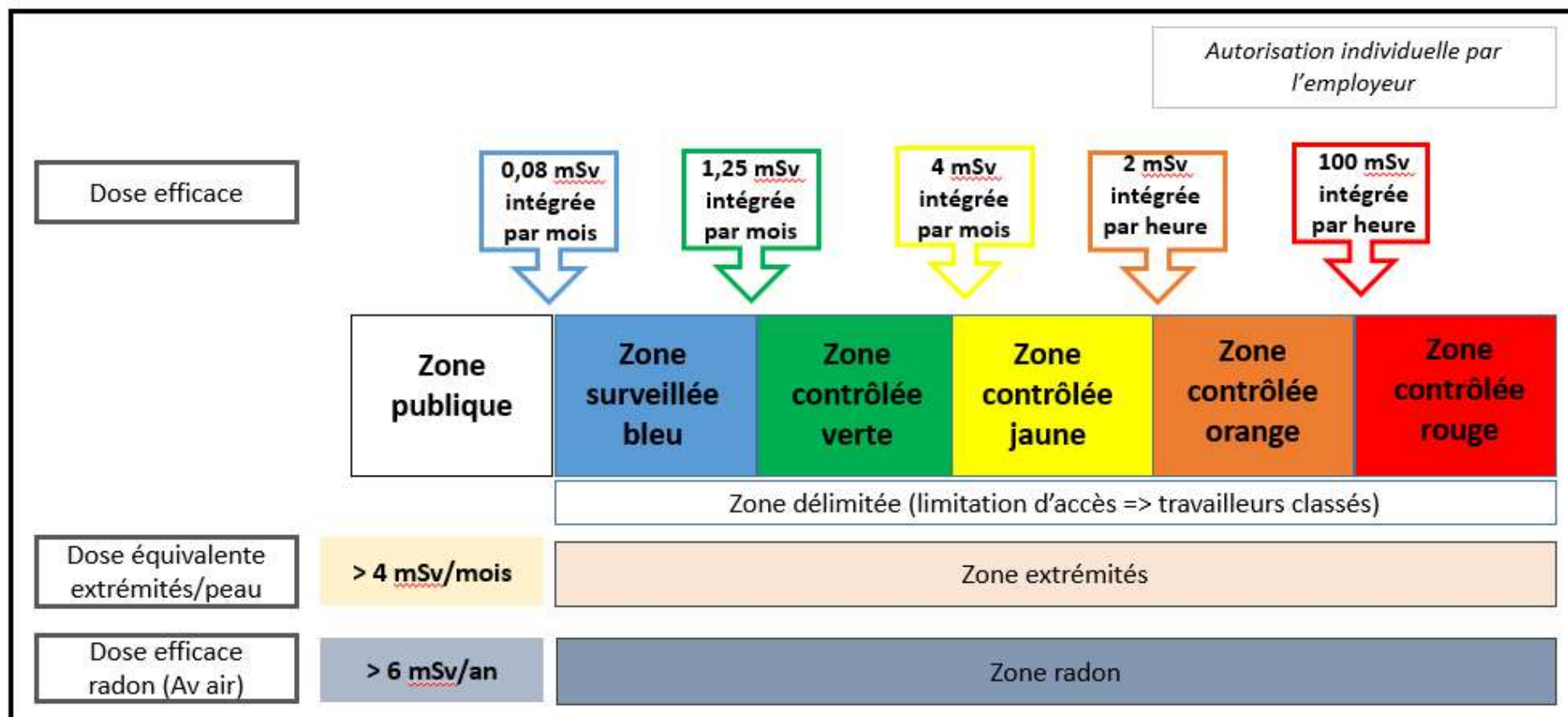
Délimitation et signalisation

- Art. R. 4451-22 : L'employeur identifie toute zone où les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à des niveaux de rayonnements ionisants dépassant:
 - Pour l'organisme entier, évalués à partir de la **dose efficace : 0,08 mSv par mois**
 - Pour les extrémités ou la peau, évalués à partir de la **dose équivalente : 4 mSv par mois**
 - Pour la concentration d'activité du radon dans l'air, évaluée **en dose efficace: 6 mSv par an**

Zone = tout lieu ou espace de travail autour d'une source de RI, faisant l'objet de mesures de prévention à des fins de protection des travailleurs contre les dangers des RI émis par cette source



Désignation des zones délimitées (installation fixe)





RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE

Désignation des zones délimitées (installation fixe)



- Lorsque l'émission de RI n'est pas continue, et que les conditions techniques le permettent, **la délimitation de la zone** surveillée ou contrôlée peut être **intermittente**. Dans ce cas, la signalisation est assurée par un **dispositif lumineux** garantissant la cohérence permanente entre le type de zone et la signalisation. Cette signalisation est complétée, s'il y a lieu d'une **information sonore**.
- La zone ainsi délimitée et signalée est, **a minima**, lorsque l'émission de rayonnements ionisants ne peut être exclue, **une zone surveillée**.
- Lorsque **l'appareil émettant des RI est verrouillé** sur une position interdisant toute émission de ceux-ci et lorsque toute irradiation parasite est exclue, la **délimitation de la zone considérée peut être suspendue**.
- Une information complémentaire, mentionnant le caractère intermittent de la zone, est **affichée de manière visible à chaque accès** de la zone.

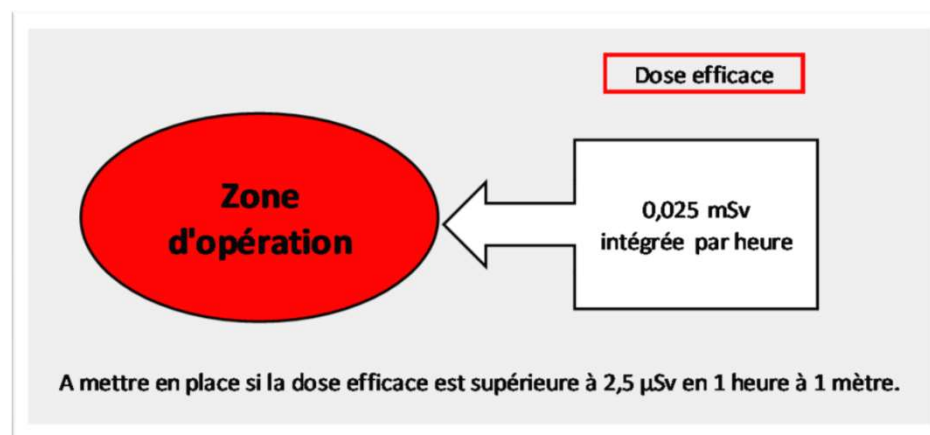


Désignation des zones délimitées (installation mobile ou portable)



- Délimitation d'une zone d'opération (ZO) telle qu'à sa périphérie, la dose efficace demeure inférieure à $25 \mu\text{Sv}$.

Si la dose efficace évaluée à un mètre de la source de RI est $> 2,5 \mu\text{Sv}$ intégrée sur une heure (articles R. 4451-27 à R. 4451-29 du code du travail).





RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE



Délimitation physique

- Les limites des zones coïncident avec les parois des locaux ou les clôtures des aires dûment délimitées dans lesquels des RI sont émis.
- Lorsque l'aménagement du local et les conditions de travail le permettent, les zones surveillée ou contrôlées peuvent être limitées à une partie du local ou à un espace de travail défini sous réserve que la zone ainsi concernée fasse l'objet :
 - D'une **délimitation continue, visible et permanente**, permettant de distinguer les différentes zones afin de prévenir tout franchissement fortuit ;
 - D'une **signalisation** complémentaire mentionnant leur existence, apposée de manière visible **sur chacun des accès au local**.



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE

Délimitation physique



- Sauf pour les zones contrôlées **rouges** : toujours délimitées par les parois du volume de travail ou du local concerné.
- Les ZS ou ZC peuvent s'étendre à des surfaces attenantes aux locaux ou aires recevant normalement des sources de RI, si tous ces espaces sont délimités et sous la responsabilité de l'employeur. Sinon, l'employeur prend les mesures nécessaires pour délimiter strictement la zone aux parois des locaux et aux clôtures des aires concernées.



Délimitation physique

- Risque d'exposition des **extrémités et de la peau**

Cette zone n'est mise en place que lorsque la zone délimitée au titre de la dose efficace ne permet pas de garantir le respect des valeurs limites d'exposition professionnelle pour les extrémités et la peau.

- Risque d'exposition du **cristallin**

Aucune zone n'est délimitée au titre de l'exposition du cristallin.

Une signalisation adaptée est mise en place lorsque la délimitation réalisée au titre de la dose efficace ne permet pas de garantir le respect des valeurs limites d'exposition professionnelle pour le cristallin

Permet au travailleur d'identifier le danger et d'être informé des éventuels EPI à porter.



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE



- Article R. 4451-23 du CT : Les modalités de délimitation de zones contrôlées orange ou rouge pour les équipements de travail émettant des rayonnements ionisants à champs pulsé sont précisées par voie d'arrêté du ministre chargé du travail (pas encore disponible → cf. Saisine ASN au GPRP portant sur la délimitation des zones applicables aux équipements de travail à champs pulsés)

Avis n° 2024-AV-0445 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 3 septembre 2024 relatif à l'utilisation d'appareils émettant des rayonnements ionisants en champs pulsés.



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE

Méthodologie



- L'évaluation des niveaux d'exposition retenus pour identifier ces zones est réalisée en prenant en compte les aspects suivants :
 - La **nature des sources** de RI, le **type de rayonnement** ainsi que le **niveau**, la **durée** de l'exposition et, le cas échéant, les modes de dispersion éventuelle et d'incorporation des radionucléides
 - Les informations sur les niveaux d'émission communiquées par le fournisseur ou le fabricant de sources de rayonnements ionisants
 - L'existence **d'équipements de protection collective**, notamment de moyens de **protection biologique**, d'installations de **ventilation ou de captage**, permettant de réduire le niveau d'exposition aux rayonnements ionisants ou susceptibles d'être utilisés en remplacement des équipements existants
 - ***on ne tient pas compte des EPI pour établir le zonage***
 - Les **incidents** raisonnablement prévisibles inhérents au procédé de travail ou du travail effectué



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE

Méthodologie



- En considérant :
 - le lieu de travail **occupé** de manière **permanente**
(2 000 h/an ou 170 h/mois)

*Nota : Lorsque l'activité exercée est irrégulière, afin de ne pas sous-estimer le risque, la valeur à retenir est celle correspondant à la « **capacité de l'installation** » compte tenu des procédés mis en œuvre*

- les résultats des vérifications des équipements et des lieux de travail.



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE

Méthodologie



- La délimitation des zones définies au titre des rayonnements d'origine artificielle ne prend pas en compte l'exposition liée au radon, qui fait l'objet d'une délimitation spécifique.
- La délimitation des zones est établie de façon permanente. Toute modification doit faire l'objet d'une étude préalable par le conseiller en radioprotection et être **validée par l'employeur**.

Conditions d'accès aux zones délimitées

Tout travailleur accédant à une zone délimitée doit y être autorisé préalablement par l'employeur

Personnel	Autorisation d'accès					
	Zone radon	ZS bleue	ZC verte	ZC jaune	ZC orange	ZC rouge
non classé	oui	oui	oui	oui	non	non
	après autorisation de l'employeur et évaluation de l'exposition aux risques dus aux RI Pour l'accès à la zone <u>jaune</u> : motif justifié préalablement et information renforcée					
classé en cat B	Oui(*)	Oui(*)	Oui(*)	Oui(*)	Oui	
classé en cat A	Oui(*)	Oui(*)	Oui(*)	Oui(*)	autorisation individuelle délivrée par l'employeur après autorisation de l'employeur et évaluation de l'exposition aux risques dus aux RI Pour l'accès à la zone rouge: accès exceptionnel, enregistrement nominatif à chaque entrée (hors zone d'opération)	
	* le classement vaut autorisation d'accès en zone par l'employeur					



Enregistrement



Les résultats de l'évaluation des risques et délimitation des zones sont :

- Traçabilité (art. R. 4451-16):
 - consignés dans le **document unique d'évaluation des risques (DUER)**
 - conservés (avec les mesurages) sous forme documentaire ou dématérialisée au moins 10 ans.
- Communication (art R 4451-17)
 - aux professionnels de santé et au comité social et économique (CSE).



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE

Que faut-il pour faire un zonage ?



- Connaitre les caractéristiques des sources de RI (émission en continu/discontinu, source radioactive (scellée/non scellée) ou générateur, etc..)
- Un plan détaillé et côté de l'installation
- Un appareil de mesure adapté au type de rayonnement et à la cadence d'émission
- Un mètre !
- Une calculette
- Une charge de travail (par jour ou par semaine)
- Savoir si il y a des EP collectifs disposés dans l'installation



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE

Démarche



- Préparer le plan de mesures
 - Mesures autour de l'équipements/source et autour de l'installation
 - Le but c'est aussi de s'en servir pour le rapport de conformité DC-0591
- Faire des mesures dans les conditions normales de travail
 - Les plus fréquentes
 - Les plus irradiantes ?
- Déterminer la charge de travail de l'installation
 - Nombre de tirs / jour ; temps d'émission / tir
 - Partir sur un temps de travail de 170h / mois
- Faire les calculs de dose / jour puis / mois ou bien / heure
 - Soit on part de la dose et on détermine la distance au foyer ; soit on fait l'inverse.



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE

Cas pratique 1:



- Une salle de radio fixe avec pupitre de commande séparé
 - Dimension : 25 m² (5 x 5 mètres)
 - Dose appareil : 2 mSv/h à 1 mètre
 - Durée d'utilisation : 10 min par heure
20 h par mois
- **Zone jaune à 2,8 mètres**
- **Pupitre de commande en zone non réglementée**



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE

Différence entre zonage et étude de risque ?



- Zonage
 - Uniquement la délimitation et la signalétique aux accès ou à l'intérieur de l'installation
- Etude de risque
 - Tient compte de tous les cas de figure même les incidents « raisonnablement » prévisible
 - Interaction avec les autres risques d'origine physique, chimique, biologique ou organisationnelle du poste de travail
 - Pour les sources non scellées tient compte de l'exposition interne
 - Le zonage fait partie de l'étude de risque



Que doit on afficher ?



- Plan de zonage
 - Aucune dimension requise ! Mais il faut que ça se voit...
- Trèfle(s) de couleur qui vont bien
 - Attention à l'intermittence
 - Si plusieurs zones dans l'installation apposer le trèfle qui correspond à la zone directement derrière la porte d'accès.
 - Conforme à l'annexe de l'arrêté du 15 mai 2006
- Consignes de sécurité / accès
 - Mesures spécifiques à prendre avant d'entrer en zone
 - Mesures spécifiques en cas de problème dans la zone

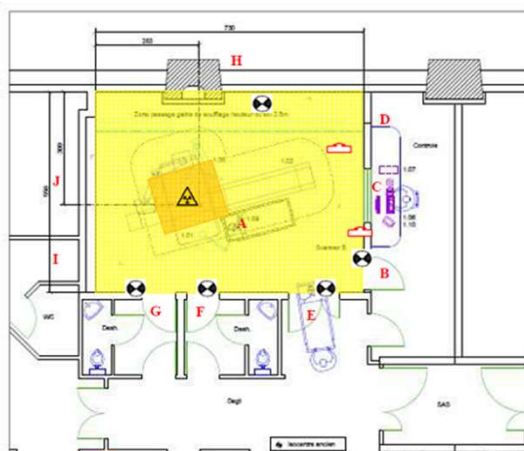


Exemple d'une installation scanographique

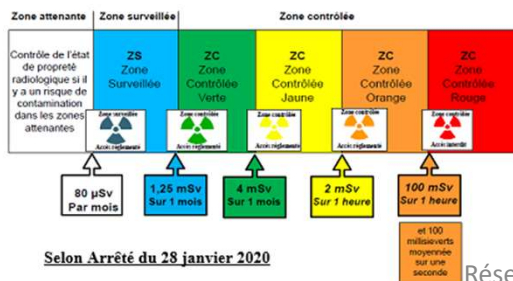


Zonage Scanner Force Trousseau

Générateur de rayons X présent dans la salle (⚠)



⚠ Voyant de mise sous tension et émission RX
 🚪 Arrêt d'urgence



Service compétent en radioprotection

ATTENTION ! Vous entrez dans une Zone Réglementée

Risque : Irradiation

SCANNER sous tension		
	ZONE SURVEILLEE BLEUE ACCES REGLEMENTE	ACCÈS RÉSERVÉ AUX PERSONNELS DU SERVICE L'accès à cette zone est interdit à toute personne n'appartenant pas au service ou non accompagnée par une personne du service. Veuillez impérativement vous signaler au personnel présent. Dosimètre passif obligatoire
EMISSIION de RAYONS X		
	ZONE CONTROLEE JAUNE ACCES REGLEMENTE Selon plan de zonage ci-contre	ACCÈS INTERDIT AUX PERSONNELS NON AUTORISÉS Seuls peuvent travailler dans cette zone réglementée les personnels habilités par le médecine du travail et formés à la radioprotection. (Radiologues, MERM, autres médecins habilités) Veillez-vous munir de la dosimétrie appropriée Utilisez les équipements de radioprotection mis à votre disposition.

Lorsque la salle est hors tension, l'accès est autorisé à tous les personnels.

Respecter les consignes suivantes :

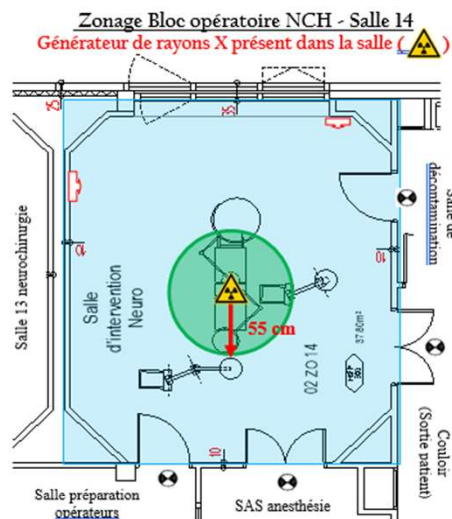
- Les dosimètres doivent être portés au niveau du thorax et sous les protections plombées
- Rester à distance du générateur et sortir de la salle si possible pendant l'émission de rayons-X
- Utiliser au strict nécessaire les rayons-X
- Toute anomalie doit être immédiatement signalée au cadre de santé et à la PCR du service.
- **En cas d'incident** : Appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence de la salle ou couper l'alimentation du générateur RX.
- **En cas d'incendie** : Couper l'alimentation du générateur RX et appliquer les consignes générales du CHRU, appeler le 18 (PC sécurité de l'hôpital).

Réseau (Pré-Contrôle) CHRU Bourges_14/11/2014

Personne Compétente Radioprotection :	
Nom :	Poste :



Exemple d'une salle de bloc opératoire



- ⦿ Voyant de mise sous tension de l'arceau de bloc
- 🚨 Arrêt d'urgence

Selon l'arrêté du 28 janvier 2020

Respecter les consignes suivantes :

- Les dosimètres doivent être portés au niveau du thorax et sous les protections plombées
- Rester à distance de l'ampli et sortir de la salle si possible pendant l'émission de rayons-X
- Utiliser au strict nécessaire les rayons-X
- Toute anomalie doit être immédiatement signalée au cadre de santé et à la PCR du service.
- **En cas d'incident :** Appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence de la salle ou couper l'alimentation du générateur RX.
- **En cas d'incendie :** Couper l'alimentation du générateur RX et appliquer les consignes générales du CHRU, appeler le 18 (PC sécurité de l'hôpital).

Médecin du travail : 7 4553
PCR : Mme Peterovs (7 2993)
Physicien médical : 7 7591

Réseau PCR Centre_CFD Bourges_14/11/2024

Service compétent en radioprotection

CHRU **CONSIGNES DE SECURITE – RADIOPROTECTION AU BLOC OPERATOIRE**

 Voyant rouge ÉTEINT aux accès de la salle	Pas d'ampli dans la salle ACCÈS AUTORISÉ À TOUT LE PERSONNEL	
HORS INTERVENTION : Arceau chirurgical dans la salle (inter-procédures)		
 Voyant rouge ALLUMÉ aux accès de la salle	ZONE RÉGLEMENTÉE SURVEILLÉE BLEUE ACCÈS RÉGLEMENTÉ	ACCÈS RÉSERVÉ AUX PERSONNELS DU SERVICE OBLIGATOIRE
INTERVENTION EN COURS : Arceau chirurgical dans la salle (émission de RX possible)		
 Voyant orange de l'ampli ALLUMÉ = Émission de RX	ZONE RÉGLEMENTÉE CONTRÔLÉE VERTE ACCÈS RÉGLEMENTÉ Selon plan de zonage ci-contre (55 cm autour de l'arceau)	ACCÈS RÉSERVÉ AUX PERSONNELS AUTORISÉS OBLIGATOIRES OU Opérateur :



Exemple d'une installation de médecine nucléaire

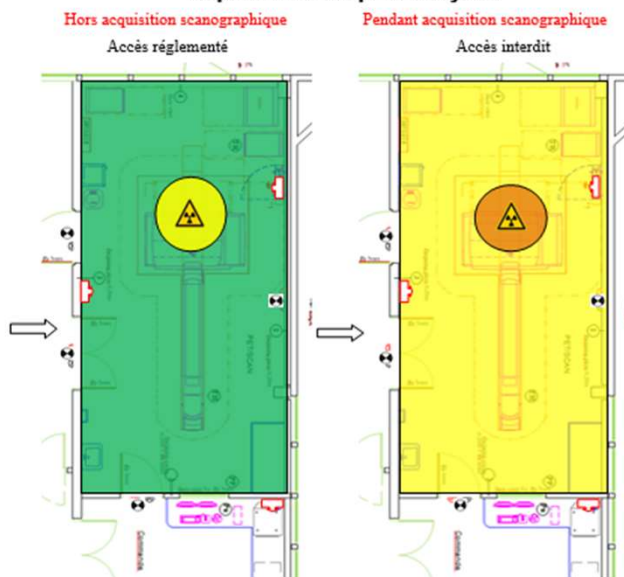


RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE

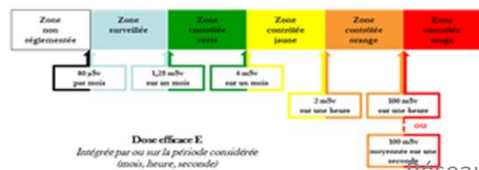


SERVICE COMPÉTENT EN RADIOPROTECTION
Zonage Salle TEP-TDM 1 (Siemens)

En présence d'un patient injecté



Voyant de mise sous tension et émission RX
 Arrêt d'urgence
 Source radioactive



Dose efficace E
Intégrée par ou sur la période considérée
(mois, heure, seconde)

Selon Arrêté du 28 janvier 2020

14/06/2021



SERVICE COMPÉTENT EN RADIOPROTECTION
Zonage Salle TEP-TDM 1 (Siemens)

ATTENTION ! Vous entrez dans une Zone Réglementée

Risque : Irradiation

SCANNER sous tension		
	ZONE SURVEILLÉE VERT 	ACCÈS RÉSERVÉ AUX PERSONNELS DU SERVICE Cette zone est interdite à toute personne n'appartenant pas au service . Veuillez impérativement vous signaler au personnel présent.
Voyant rouge allumé	ACCÈS RÉGLEMENTÉ	
EMISSION de RAYONS X		
	ZONE CONTRÔLÉE JAUNE 	ACCÈS INTERDIT AUX PERSONNELS NON AUTORISÉS
Voyant rouge + voyant blanc allumés	ACCÈS RÉGLEMENTÉ Selon plan de zonage ci-contre	Seuls peuvent travailler dans cette zone réglementée les personnels habilités par la médecine du travail et formés à la radioprotection . Veuillez-vous munir de la dosimétrie appropriée UTILISEZ les équipements de radioprotection mis à votre disposition.

En l'absence de patient injecté, la salle TEP-TDM 1 (Siemens) est classée en zone surveillée. Lorsque la salle est hors tension, l'accès est autorisé à tous les personnels.

Respecter les consignes suivantes :

- Les dosimètres doivent être portés au niveau du thorax et sous les protections plombées
- Rester à distance du générateur et sortir de la salle si possible pendant l'émission de rayons-X
- Utiliser au strict nécessaire les rayons-X
- Toute anomalie doit être immédiatement signalée au cadre de santé et à la PCR du service.
- **En cas d'incident** : Appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence de la salle ou couper l'alimentation du générateur RX.
- **En cas d'incendie** : Couper l'alimentation du générateur RX et appliquer les consignes générales du CHRU, appeler le 18 (PC sécurité de l'hôpital).

Coordonnées du **titulaire du travail** :
Benoît LALANDE - ANESTHÉSIOLOGUE
Poste | 7.4553 - 7.8958

Coordonnées de la **personne compétente en radioprotection** :
Véronique SBCCMI - Serge MALA
Poste | 7.7628 - Poste | 7.2398

Reseau PCR Centre_CFD Bourges



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE

Cas pratique 2



- Générateur RX (émission continue) ICM SITE-X D-3006 utilisé pour la radiographie de colis
- Dose efficace en 1 heure : 7,8 Sv (dans l'axe du faisceau primaire)
- Durée du tir : 6 min max par heure

Quelle est la distance de la zone d'opération ?



Cas pratique 2



Formule : $D_1 \times d_1^2 = D_2 \times d_2^2$

$$\rightarrow d_{zo} = \sqrt{\frac{D_{1m} \times 1^2}{D_{zo}}}$$

Avec :

- D_{1m} , valeur constructeur à 1 m dans l'axe du faisceau (mSv/h)
- D_{zo} , dose maximale autorisée en limite de ZO par le code du travail (mSv/h)
- d_{zo} , distance entre la source et la limite de la zone d'opération (m)

Si le tir est continu pendant 1 h, la distance de la ZO doit être de :

$$d_{zo} = \sqrt{7800 \times 1^2 \div 0,025} \approx 559 \text{ m}$$





RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE



Cette distance peut être réduite si on considère la durée réelle du tir pendant une heure

Le tir dure que 6 min au maximum pendant 1 h, la dose efficace à 1 m est de :

$$D_{1m} = 7,8 \times (6/60) \approx \mathbf{0,78 \text{ Sv en 1 heure}}$$

La distance de la ZO doit être de :

$$D_{zo} = \sqrt{780 \times 1^2 \div 0,025} \approx \mathbf{177 \text{ m}}$$



Les logiciels d'aide à la PCR ?

- Attention à la méthode de calcul...
 - Maximise toutes les étapes
 - Basée uniquement sur la charge de travail à définir correctement
- Mesurages complémentaires à réaliser pour confirmer les résultats
- Gain de temps dans la « confection » du zonage sur plan
 - Attention ! Difficulté si zone avec géométrie complexe



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE



Zonage Radon



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE

Zonage radon



- Arrêté de mai 2024 pour la protection des travailleurs
- La formule pour calculer la **dose efficace E** pour le radon est :
 - $E \text{ (mSv/an)} = C \text{ (Bq/m}^3\text{)} \times 2\,000 \text{ (h/an)} \times CD \text{ (mSv par Bq.h.m}^{-3}\text{)}$
 - C est la concentration en radon en moyenne annuelle ;
 - CD est le coefficient de dose.
 - **CD = EAPradon x F x facteur de conversion**
 - **(Energie Alpha Potentielle du radon) = $5.56.10^{-9} \text{ J.Bq}^{-1}$** qui représente l'énergie totale émise par la désintégration du radon 222 et de ses descendants à vie courte (Po 218, Pb 214 et Bi 214)



Zonage radon



- **F : facteur d'équilibre**

- Selon la ventilation du local

Secteurs tertiaires avec système de ventilation (bureaux...)	F = 0,4
Cavités souterraines avec ventilation mécanique (mines...)	F = 0,2
Cavités souterraines avec aération naturelle (grottes...)	F = 0,4
Ateliers, locaux techniques avec empoussièrement important	F = 0,8

- **Facteur de conversion**

- **Facteur de conversion = 1400 mSv par J.h.m⁻³ pour les lieux de travail**

- ATTENTION ! Depuis le 1^{er} janvier 2024, date d'entrée en vigueur de l'arrêté du 16 novembre 2023 il est passé de 1,4 Sv / J.h.m⁻³ à 3 ou 6 selon les types de travailleurs.



Zonage radon

RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE

- Facteur de conversion



Facteur de conversion conventionnel applicable à la population

TYPE DE LIEUX	FACTEUR DE CONVERSION CONVENTIONNEL POUR LES DESCENDANTS DU RADON 222 APPLICABLE A LA POPULATION EN (Sv/J.h. m ⁻³)
Habitations, établissements recevant du public	3

Facteurs de conversion conventionnels applicables aux travailleurs exposés

TYPE DE LIEUX	FACTEUR DE CONVERSION CONVENTIONNEL POUR LES DESCENDANTS DU RADON 222 APPLICABLE A LA POPULATION	
Lieux de travail dans des bâtiments où les travailleurs ont une activité sédentaire (secteur tertiaire, bureaux...)	3 Sv/J.h. m ⁻³	3000 mSv/J.h. m ⁻³
Lieux de travail où les travailleurs ont une activité majoritairement non sédentaire (activité physique...)	6 Sv/J.h. m ⁻³	6000 mSv/J.h. m ⁻³
Lieux de travail spécifique mentionnés à l'article R. 4451-4 du code du travail*	6 Sv/J.h. m ⁻³	6000 mSv/J.h. m ⁻³

* Au regard des connaissances et études scientifiques réalisées, d'autres facteurs de conversion peuvent être fixés pour certains types de lieux de travail spécifiques dans l'arrêté mentionné à l'article R. 4451-4 du code du travail.

TYPE DE LIEUX	FACTEUR DE CONVERSION CONVENTIONNEL POUR LES DESCENDANTS DU RADON 220 APPLICABLE A LA POPULATION EN (SV/J.H. M-3)
Lieux de travail dans des bâtiments où les travailleurs ont une activité sédentaire (secteur tertiaire, bureaux...)	1,5



Zonage radon



RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE

• Exemple :

- La concentration en radon dans un local de travail, malgré la réalisation de travaux pour la réduire, est de 480 Bq/m³. La dose efficace annuelle correspondant à un temps de présence maximal théorique de 2 000 heures par an dans ce local est égale à :

- $480 \text{ (Bq/m}^3\text{)} \times 2\,000 \text{ (h.an}^{-1}\text{)} \times 6,67 \cdot 10^{-6} \text{ (mSv/(Bq.h.m}^{-3}\text{))} = 6,4 \text{ mSv/an}$

(FC = 3 Sv/J.h.m⁻³)

- Le local est donc à considérer comme « zone radon » puisque la dose efficace annuelle est supérieure à 6 mSv/an.
 - Prenons le cas d'un bâtiment en secteur tertiaire
 $C = 6 / (2000 \cdot 6,67 \cdot 10^{-6}) = 450 \text{ Bq/m}^3$
 - Prenons le cas d'une cavité où il y a une ventilation mécanique
 $C = 6 / (2000 \cdot 6,67 \cdot 10^{-6}) = 450 \text{ Bq/m}^3$
 - Prenons le cas de locaux en sous-sol, très peu ventilés
 $C = 6 / (2000 \cdot 2,14 \cdot 10^{-6}) = 140 \text{ Bq/m}^3$





RESEAU RADIOPROTECTION CENTRE



MERCI DE VOTRE ATTENTION