

THEMES DU CONTROLE DES CONNAISSANCES

Epreuve écrite de l'examen initial

Préambule

L'épreuve écrite de l'examen initial du CAMARI se décompose en un questionnaire à choix multiple (QCM) de 30 questions et une série d'exercices pour chacune des trois options (appareil électrique émetteur de rayonnements X, appareil de radiologie industrielle contenant, au moins, une source radioactive et accélérateur de particules) comprenant des questions sur des cas pratiques et des calculs pour déterminer des éléments de protection contre l'exposition externe.

Ce contrôle des connaissances est conçu sur la base du programme de formation figurant à l'annexe 1 de l'arrêté du 21 décembre 2007. Il peut se décliner autour des points présentés ci-dessous qui, sans être exhaustifs, représentent les principaux thèmes retenus par l'ASNR pour évaluer le niveau de connaissance des candidats en matière de radioprotection dans le domaine de la radiologie industrielle.

1 - Thèmes pouvant être abordés dans le QCM

1.1 - La radioactivité, la production des rayonnements d'origines électriques

- La constitution d'un atome (noyau atomique, cortège électronique, isotopes, définition d'un rayonnement ionisant)
- Les différents types d'émission de rayonnement ionisants (α , β , γ , X, neutron)
- L'activité d'une source radioactive (définition, unité, loi de décroissance radioactive, demi-vie, etc.)
- Principe de fonctionnement d'un appareil électrique émetteur de rayonnements X et d'un accélérateur de particules
- Incidence de la tension et de l'intensité sur les caractéristiques des rayonnements (débit de dose, énergie, longueur d'onde, etc.)

1.2 - Les principes de l'interaction des rayonnements avec la matière

- Les rayonnements directement et indirectement ionisants
- Les modes d'interaction matière-rayonnement (effet photoélectrique, effet Compton, etc.)
- La capacité d'absorption ou d'atténuation des rayonnements ionisants en fonction de la nature des écrans et de la nature des rayonnements
- La définition d'une couche de demi-atténuation (absorption moitié), d'une couche de déci-atténuation (absorption dixième)
- La dose absorbée (définition, unité, débit de dose absorbée)
- Constante spécifique d'ionisation

1.3 - Les principes de protection contre l'exposition externe

La variation du débit de dose/dose avec le temps, la distance et les écrans.

1.4 - Les principes de détection de l'exposition externe provenant des rayonnements X ou gamma

Les caractéristiques et utilisation des principaux détecteurs (chambre d'ionisation, GM, scintillateur), par exemple : la sensibilité, la saturation, le temps de réponse, la linéarité, l'efficacité, etc.

1.5 - Les effets biologiques des rayonnements

- Les effets déterministes (temps et mode d'apparition, nature de ces effets, etc.)
- Les effets stochastiques ou aléatoires (temps et mode d'apparition, nature de ces effets, etc.)
- Les grandeurs et unités de radioprotection (dose équivalente, dose efficace, unité, facteurs de pondération des rayonnements et tissulaires, etc.)
- Estimation des risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants

1.6 - Les sources d'exposition pour l'homme

- Origine de l'exposition naturelle (rayonnements telluriques, cosmiques, radon, sources présentes dans le corps humain)
- Connaissance des niveaux de doses, dues à l'exposition naturelle, reçues annuellement en France
- Origine de l'exposition naturelle artificielle (médecine, industrie, etc.)
- Connaissance des ordres de grandeur des expositions d'origine artificielle

1.7 - Les principes de la radioprotection

- La justification
- L'optimisation
- La limitation

1.8 - La réglementation relative à la protection des travailleurs exposés

- Les limites annuelles d'exposition des travailleurs exposés (travailleurs de catégorie, A et B, femmes enceintes, travailleurs de moins de 18 ans)
- La surveillance de l'exposition des travailleurs exposés (modalités de cette surveillance, dosimétrie à lecture différée et dosimétrie opérationnelle)
- La délimitation des zones surveillées et contrôlées (limites basse et haute de ces zones, conditions de délimitation, etc.)
- La délimitation de la zone d'opération (valeur limite en périmètre de cette zone, conditions et modalités de délimitation, etc.)
- Dispositions réglementaires concernant le CAMARI (activités et appareils soumis au CAMARI, durée de validité, etc.)
- Le rôle du conseiller en radioprotection ou CRP (mission, actions d'information et de formation, etc.), de l'employeur et du médecin du travail
- Rôle de l'inspection du travail (DGT) et de l'inspection de radioprotection (ASNR)

2 - Thèmes pouvant être abordés dans les exercices pour chaque option

2.1 - Les règles de sécurité applicables aux familles d'appareils de l'option choisie

- Signalisation de l'émission ou non des rayonnements
- Verrouillage des accès, de l'émission de rayonnements et mise en sécurité
- Préparation des tirs
- Utilisation de collimateurs, d'obturateur, etc.
- Modalités de transport des appareils munis d'une ou plusieurs sources radioactives
- Consignes de sécurité à respecter

2.2 - La protection contre l'exposition externe

Les moyens pour maîtriser l'exposition externe :

- Le temps (influence du temps sur l'exposition et sur la dose reçue)
- La distance (loi de l'inverse du carré de la distance pour des sources ponctuelles X et γ)
- Les écrans (utilisation des écrans demi-atténuation (CDA) et des écrans déci-atténuation, d'abaque, connaissance des valeurs de CDA et de déci-atténuation, de coefficients de transmission et d'atténuation pour des matériaux et des sources radioactives communément employés, etc.)

2.3 - La détection des rayonnements X ou gamma

- Choix des appareils en fonction des caractéristiques des sources de rayonnements ionisants utilisés en radiologie industrielle (type de rayonnement, énergie, ordre de grandeur de débit de dose ambiant, etc.)

2.4 - L'utilisation des moyens de suivi dosimétrique (passif et opérationnel)

- Conditions de port des dosimètres à lecture différée et opérationnel
- Caractéristiques principales des dosimètres opérationnels (modalités de mise en route, paramétrage, seuil d'alarme, etc.)
- Conduite à tenir en cas de déclenchement d'une alarme du dosimètre opérationnel (en débit de dose et en dose)
- Informations et accès aux résultats dosimétriques

2.5 - Les calculs de radioprotection et/ou l'utilisation d'abaques

- Le temps d'exposition qui engendre une valeur de dose efficace
- La distance permettant de respecter une valeur de débit de dose en limite d'une zone surveillée ou contrôlée
- La distance de balisage permettant de respecter la valeur de débit de dose en limite d'une zone d'opération
- L'épaisseur d'un écran permettant de respecter une dose ou un débit de dose

2.6 - La délimitation de zones

- Les valeurs limites, basses et hautes, et les modalités pratiques de délimitation d'une zone surveillée, contrôlée, ou d'opération autour d'une source de rayonnements utilisée en radiologie industrielle à poste fixe ou sur chantier

2.7 - La gestion d'une situation radiologique dégradée ou accidentelle

- Modalités d'arrêt d'une irradiation et de mise en sécurité d'une source de rayonnement
- Personnes à contacter (CRP, employeur, représentant du donneur d'ordre, médecin du travail, ASNR, inspection du travail, etc.)
- Contenu des consignes de sécurité

Les thèmes précités de l'épreuve écrite concernant chaque option (appareil électrique émetteur de rayonnements X, appareil de radiologie industrielle contenant, au moins, une source radioactive et accélérateur de particules) sont également abordés lors de l'épreuve orale de l'examen initial et de renouvellement.