



EXEMPLES DE QUESTIONS CLASSE 7

Modalités de traitement et type de réponses attendues

En classe 7, l'énoncé peut être très détaillé : il n'est plus demandé de rédiger de façon exhaustive tout le cheminement mais de répondre de façon claire et synthétique à la question / aux questions. La réponse qui est donnée permet de voir si le sujet a été compris et traité de façon correcte. Cela est suffisant pour obtenir les points (5 par question thématique). Pour rappel, 15 minutes sont suffisantes pour traiter chaque question.

En « bleu », les questions à se poser pour le cheminement (ceci est un conseil pédagogique : il n'est pas demandé d'écrire ceci sur la copie en ligne)

Attention : le pavé de réponse de l'interface ne permet d'écrire les puissances à l'aide de x^2 . Pour l'écriture des puissances 10 dans l'interface en ligne, il est possible d'écrire, pour « 1.10^{+6} Bq » :

- en toute lettre : « 1. 10puissance 6 Bq » ou
- en utilisant le préfixe : « 1 méga Bq » ou
- en utilisant le symbole (unité SI) : « 1 MBq »

conformément au 1.2.2.1 des Règlements.

Question 1 - Tous modes Classe 7 - Classification (5 points)

Énoncé « type » :

Quel est le colis optimal permettant de transporter une source qui n'est pas sous forme spéciale contenant 2 TBq d'Erbium-169 ? Justifiez votre réponse en détaillant le respect de chaque critère.

Nota : On entend par colis optimal le type de colis prévu par la réglementation pour garantir la performance minimale requise sans performance supplémentaire. A titre d'exemple, si un colis de type A et un colis de type B(U) ont tous les deux les performances requises, le colis de type A sera le colis optimal.

Réponses attendues, permettant d'obtenir les 5 points :

L'exemption est-elle possible ?

L'exemption massique n'est pas possible car il s'agit d'une source (pas de masse).

La limite d'activité pour un envoi exempté pour l'Er-169 est de 10 MBq : cette limite est dépassée.

L'exemption n'est pas possible.

Nucléide fissile ?

L'Er-169 n'est pas un nucléide fissile, selon la définition de l'ADR § 2.2.7.1.3.

Le colis excepté est-il possible ?

La source n'est par définition pas concernée par un classement en colis excepté sous N° ONU 2908, 2909 ou 2911.

La valeur de A_2 de l'Er-169 est de 1 TBq. Pour un classement en colis excepté UN2910, la limite est de $1.10^{-3} A_2$, soit 1 GBq. Cette limite est dépassée.

Le classement en colis excepté n'est pas possible.

Le classement en LSA ou SCO est-il possible ?



EXEMPLES DE QUESTIONS CLASSE 7

Modalités de traitement et type de réponses attendues

Le classement LSA n'est pas possible (par définition et/ou parce que la masse n'est pas donnée).
Par définition, il ne s'agit pas d'un objet solide contaminé superficiellement.

Le classement en colis de type A est-il possible ?

Pour un classement en type A, la limite est de 1 A2, soit 1 TBq. Cette limite est dépassée.
Le classement en type A n'est pas possible.

De fait, le colis optimal est un colis de type B (on pourra aussi répondre type B(U) et / ou type B(M))

Commentaires à l'attention des candidats :

Ici, on demande clairement « **Justifiez votre réponse** » et « **en détaillant le respect de chaque critère** ». Il est donc essentiel de prendre la démonstration dans l'ordre des enjeux de sûreté et de tout traiter, même les évidences : exemptions, colis exceptés, LSA, SCO, type A, type B(U)/B(M).

La phrase « détailler le respect » signifie globalement : donner le cadre (ex. type A), la limite (ex. 1 TBq) et le résultat (ex. « respecté » ou « dépassé »), sans oublier la conclusion (ex. « classement type A possible » ou « classement en SCO impossible »).

Si une justification ou un détail n'est pas demandé, c'est que seule la conclusion est attendue.

Dans la réponse qui sera écrite par le candidat, les phrases interrogatives ne sont pas requises (pas nécessaire de marquer « Le colis excepté est-il possible ? », par exemple. De la même manière, indiquer que l'Er-169 n'est pas fissile ne rapporte pas de points dans ce cas précis ; il ne faut cependant pas oublier de traiter le caractère fissile le cas échéant (pas le cas dans cet exemple).



EXEMPLES DE QUESTIONS CLASSE 7

Modalités de traitement et type de réponses attendues

Question 2 - Tous modes Classe 7 – Classification (5 points)

Énoncé « type » :

Le transport de l'échantillon solide présentant les caractéristiques ci-dessous peut-il être exempté des prescriptions de l'ADR ? Justifiez votre réponse en détaillant le respect de chaque critère et en précisant les limites.

- Masse de l'échantillon : 1 kg
- Activité de l'échantillon : 1 MBq

Répartition de l'activité :

- 40% de Hafnium-181
- 60% de Germanium-77

Réponses attendues, permettant d'obtenir les 5 points :

Vérification des limites d'activité massique

Les limites d'activité massique par radionucléide sont (Tableau 2.2.7.2.2.1) :

Hf-181 : 10 Bq/g

Ge-77 : 10 Bq/g

L'activité massique de chaque radionucléide dans l'échantillon est de :

Hf-181 : $40\% \times 1 \text{ MBq} / 1 \text{ kg} = 0,4 \times 1 \text{ MBq} / 1000 \text{ g} = 0,4 \text{ kBq} / \text{g} = 400 \text{ Bq/g}$

Ge-77 : $60\% \times 1 \text{ MBq} / 1 \text{ kg} = 0,6 \times 1 \text{ MBq} / 1000 \text{ g} = 0,6 \text{ kBq} / \text{g} = 600 \text{ Bq/g}$

Les activités massiques sont systématiquement supérieures aux limites, une exemption en activité massique n'est pas possible.

Vérification des limites d'activité par envoi

Les limites d'activité par envoi pour les radionucléides concernés sont :

Hf-181 : $1 \cdot 10^6 \text{ Bq}$ (1 MBq)

Ge-77 : $1 \cdot 10^5 \text{ Bq}$ (0,1 MBq)

L'activité de chaque radionucléide dans l'échantillon est de :

Hf-181 : $40\% \times 1 \text{ MBq} = 0,4 \times 1 \text{ MBq} = 0,4 \text{ MBq}$

Ge-77 : $60\% \times 1 \text{ MBq} = 0,6 \times 1 \text{ MBq} = 0,6 \text{ MBq}$

La seule activité du Germanium-77 dans l'échantillon est supérieure à la limite par envoi pour ce radionucléide, une exemption par envoi n'est pas possible.

Ainsi, ce transport ne peut pas être exempté des dispositions de l'ADR.

Commentaires à l'attention des candidats :

Attention de bien lire l'énoncé : **on ne demande que de justifier du caractère exempté ou non.**

Que la réponse finale soit « oui » ou « non », il convient de ne pas continuer le classement pour savoir si par exemple un colis exempté est possible (ça ne donne pas de points en plus).

Dans cet exemple, comme assez régulièrement, les conclusions sont relativement rapides car logiques. Il n'est donc pas nécessairement utile de présenter des calculs complexes.



EXEMPLES DE QUESTIONS CLASSE 7

Modalités de traitement et type de réponses attendues

Toutefois un calcul des limites d'exemption par envoi et massiques pour le mélange reste valable, du moment que le résultat est correct et la conclusion valide.

Par exemple, la limite d'exemption massique du mélange est immédiate (10 Bq/g, car c'est la même valeur pour les deux radionucléides). Il reste à calculer l'activité massique du mélange à transporter : $1 \text{ MBq} / 1 \text{ kg}$ soit $1\,000\,000 / 1\,000 \text{ g}$ soit $1\,000 \text{ Bq/g}$. C'est supérieur à 10 Bq/g, l'exemption massique est donc clairement impossible.

Toujours pour l'exemple, on peut calculer la limite d'exemption par envoi du mélange.

C'est (relativement) plus complexe car il faut dans ce cas faire l'inverse de la somme des fractions sur la limite : $1 / (40\% / 1 \text{ MBq} + 60\% / 0,1 \text{ MBq}) = 1 / (0,4/1 + 0,6/0,1) = 1 / (0,4 + 6) = 1 / 6,4 = 0,15625 \text{ MBq}$.

L'activité à transporter étant supérieure à la limite, l'exemption par envoi n'est pas possible.

A noter, une méthode à connaître, un peu plus simple, mais qui nécessite tout de même quelques calculs :

Vérification des limites d'activité massique :

Pour bénéficier de l'exemption par les limites d'activité massique, la somme des rapports (activité massique / limite d'activité massique) doit être inférieure à 1.

$(400 / 10) + (600 / 10) = 40 + 60 = 100$ ce qui est supérieur à 1. Donc une exemption en activité massique n'est pas possible.

On remarque que lorsqu'un seul rapport est supérieur à 1, l'exemption n'est pas possible (ce qui nous épargne les calculs).

Vérification des limites d'activité par envoi :

Pour bénéficier de l'exemption par les limites d'activité par envoi, la somme des rapports (activité / limite d'activité par envoi) doit être inférieure à 1.

$(0,4 / 1) + (0,6 / 0,1) = 0,4 + 6 = 6,4$ ce qui est supérieur à 1. Donc une exemption en activité par envoi n'est pas possible.

On remarque que lorsqu'un seul rapport est supérieur à 1, l'exemption n'est pas possible (ce qui nous épargne les calculs). Ici le rapport : $0,6/0,1$ pour le Ge-77 est supérieur à 1 car $0,6 > 0,1$.



EXEMPLES DE QUESTIONS CLASSE 7

Modalités de traitement et type de réponses attendues

Question 3 – Tous modes classe 7 - Etiquetage / marquage (5 points)

Énoncé « type » :

Vos équipes doivent procéder à l'étiquetage d'un colis, dont l'emballage est un conteneur ISO 20 pieds. L'aire de la plus grande section de chargement du conteneur est de 12,5 m².

Ce conteneur transporte 10 000 kg de déchets radioactifs solides. Le transport est réalisé sous couvert du N°ONU 3321. L'activité contenue est de 160 TBq de Lutétium 173.

Les débits d'équivalent de dose mesurés autour du conteneur sont les suivants :

- Au contact du colis : 120 µSv/h
- A 1 mètre : 22 µSv/h
- A 2 mètres : 8 µSv/h

Préciser le placardage et l'étiquetage devant être mis en place sur le conteneur.

Réponses attendues, permettant d'obtenir les 5 points :

L'aire de la plus grande section implique un facteur de multiplication de 3

TI = (22 µSv/h soit) 0,022 mSv/h x 100 x 3 = 6,6

TI = 6,6 et DED au contact = 0,12 mSv/h : la catégorie est III-Jaune

Il faut apposer un modèle d'étiquette 7C (III-Jaune), sur les 4 côtés du conteneur

Les renseignements à apporter sur chaque étiquette sont :

- Contents : Lu-173, LSA-II
- Activity : 160 TBq
- Transport Index : 6,6

Il faut apposer des plaques-étiquettes de la classe 7 (7D) sur les 4 côtés du conteneur à côté des 7C

Ou les étiquettes sur les 4 côtés du conteneur peuvent être des étiquettes 7C agrandies au format 250 mm par 250 mm. Dans ce cas, les plaques-étiquettes 7D ne sont pas nécessaires.

Commentaires à l'attention des candidats :

La question concerne le placardage et étiquetage, attention de ne pas s'arrêter à l'étiquetage uniquement.

La question ne demande pas de détailler le calcul du TI ni de donner la catégorie du colis (c'est pour ça que cette partie est en italique). Par contre il faudra de toutes façons préciser clairement le modèle d'étiquette (7C – pour rappel « III-Jaune » c'est la catégorie, pas le modèle).

Ne pas oublier de mentionner les renseignements à reporter sur les étiquettes.