

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE

SESSION 2022

Durée : 4 heures

Coefficient : 3

ÉPREUVE E4 :
Modélisation et choix techniques
en environnement nucléaire

SOUS-ÉPREUVE U4.1 :
Pré-étude et modélisation

CORRIGÉ

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2022
U41 - Pré-étude et modélisation	CODE : 22ENE4MOD	Page 1/6

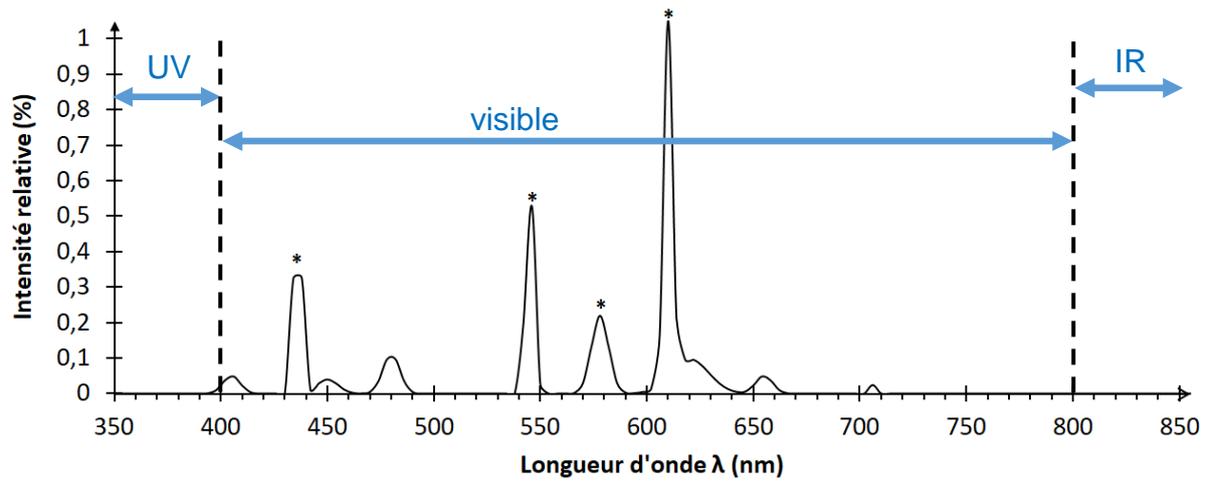
BARÈME

Partie A : éclairage du couloir pendant les opérations de maintenance		11,5
Q.1 Calcul du rendement lumineux : $\frac{4200}{58} = 72,4 \text{ lm}\cdot\text{W}^{-1}$ donc classe A		
Q.2 Voir document réponse DR1		
Q.3 $\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{436 \cdot 10^{-9}} = 6,88 \cdot 10^{14} \text{ Hz.}$		
Q.4 $E = 6,626 \cdot 10^{-34} \times 6,88 \cdot 10^{14} = 4,56 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ soit $E = \frac{4,56 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,85 \text{ eV}$		
Q.5 La transition 3 a pour énergie $ \Delta E = 5,54 - 2,69 = 2,85 \text{ eV.}$		
Q.6 2 réponses parmi, entre autres : *remplacement car $227 \text{ lx} < 500 \text{ lx}$ recommandés en annexe 3 *remplacement car législation interdit tube fluorescent car présence de mercure toxique en annexe 2. *on sait faire mieux que la classe A...		
Q.7 Température dans le couloir plus grande que $40 \text{ }^\circ\text{C}$		
Q.8 L'IRC est important car l'intervention dans un tableau électrique demande de pouvoir distinguer clairement les couleurs des câbles.		
Q.9 L'IRC des tubes fluorescents est de 75 contre 80 à 89 pour les tubes LED, ce qui est mieux.		
Q.10 $\Phi = 4 \times 3 \times 680 = 14 \ 720 \text{ lm}$		
Q.11 Calcul de E : $I = \frac{14720}{4 \cdot \pi} = 1 \ 171 \text{ Cd}$ $E = \frac{1171}{2 \times 1^2} = 586 \text{ lx}$		
Q.12 On choisit le tube 2 car c'est celui qui correspond le mieux aux éclairages moyens préconisés (tube 1 et 4 : pas assez pour la plupart des travaux, tube 3 : trop pour la plupart des travaux mais acceptable si justification cohérente).		
Partie B : remplacement du moteur assurant la ventilation du couloir		12,5
Q.13 $V_1 = L \times H \times l = 122,5 \text{ m}^3$		
Q.14 $m_1 = \rho_{25} \times V_1 = 145 \text{ kg}$		
Q.15 $Q = m_1 \times C_{\text{air}} \times (T_2 - T_1) = 145 \times 1 \ 004 \times (50 - 25)$ $Q = 3,64 \text{ MJ}$		
Q.16 $Q = m_2 \times C_{\text{air}} \times (T_3 - T_1)$ donc $m_2 = 1 \ 209 \text{ kg} \approx 1,21 \cdot 10^3 \text{ kg}$		
Q.17 $V_2 = \frac{m_2}{\rho_{25}} = \frac{1208}{1,184} = 1 \ 020 \text{ m}^3$		
Q.18 $D_v = \frac{V_2}{\Delta t} = \frac{1020}{5 \times 60} = 3,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ soit $D_v = 1,2 \cdot 10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$		

Q.19 $D_V = S_A \times v_A$ donc $v_A = \frac{D_V}{S_A} = \frac{3,4}{0,126} = 27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	
Q.20 $\rho g(z_B - z_A) = 0$ $(p_B - p_A) = 0$ soit $P_{\text{VENT}} = (-0,5 \times 1,184 \times 27^2 + 780) \times 3,4 = 1\,179 \text{ W}$	
Q.21 Voir annexe 5 : type LSES 90 L	
Q.22 Puissance nominale absorbée $P_a = 1,8/0,825 = 2,18 \text{ kW}$	
Q.23 $I = \frac{2180}{400 \times \sqrt{3} \times 0,86} = 3,66 \text{ A}$ $\frac{I_d}{I} = 7,37$ $I_d = 7,37 \times 3,66 = 27 \text{ A}$	
Q.24 Faire varier la fréquence électrique de l'alimentation	
Q.25 $f = \frac{2400}{2885} \times 50 = 41,6 \text{ Hz}$	
Partie C : Analyses dosimétriques	36
Q.26 20 h de travail / 1,5 h jour donc = 13,3 donc 14 AR / pers	1
Q.27 Voir document réponse DR2 $E_{\text{ind}} = \dot{H} \times \text{durée} \times \text{coefficient d'exposition} \times W_T$ Avec $W_T = 1$ $S_{\text{collective}} = \sum E_{\text{individuelle}}$	
Q.28 206 μSv en 7 j = 1 semaine 1/2 de travail Si reproduit sur 47 semaines alors 6,5 mSv sur 1 an donc classer le personnel en A. Ou envisager des activités moins dosantes.	
Q.29 ${}^{191}_{77}\text{Ir} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{192}_{77}\text{Ir} + {}^0_0\gamma$ ${}^{193}_{77}\text{Ir} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{194}_{77}\text{Ir} + {}^0_0\gamma$	
Q.30 La période de ${}^{192}_{77}\text{Ir}$ est très supérieure à T de ${}^{194}_{77}\text{Ir}$	
Q.31 $m_r = 10,3 \text{ mg}$ $N = \frac{m \times N_A}{M} = \frac{0,0103 \times 6,022 \times 10^{23}}{192} = 3,23 \times 10^{19} \text{ atomes.}$ $A = \lambda \times N = \frac{\ln 2}{T} \times N$ avec $T = 73,8 \text{ jours} = 73,8 \times 24 \times 3\,600 \text{ s}$ Donc $A_0 = 3,51 \cdot 10^{12} \text{ Bq}$ ou 3,5 TBq	
Q.32 $A = A_0 \times e^{-\lambda t} = A_0 \times e^{-\frac{\ln 2}{T} \times t}$ avec $T = 73,8 \text{ jours}$ et $t = 179 \text{ jours}$ Donc $A = 652 \text{ GBq}$	
Q.33 ${}^{192}_{77}\text{Ir} \rightarrow {}^{192}_{78}\text{Pt} + {}^0_{-1}\text{e} + {}^0_0\nu$ C'est une désintégration β^- car il n'y a pas de rayonnement d'annihilation	
Q.34 Reach $R = 0,412 \frac{E^n}{\rho}$ avec $n = 1,265 - 0,0954 \ln(0,672) = 1,30$ $R = 0,412 \times 0,672^{1,30} / 1,29 \cdot 10^{-3} = 190 \text{ cm}$ Donc $1,9 \text{ m} \ll 10 \text{ m}$. Il n'y a pas lieu d'en tenir compte.	

<p>Q.35 Voir document réponse DR3</p> <p>D'après le formulaire, pour les γ,</p> $\dot{D} = 1,3 \cdot 10^{-10} \cdot A \cdot E \cdot \frac{1}{100}$ $\dot{H} = \dot{D} \times W_R \text{ et } W_R = 1 \text{ pour } \gamma$	
<p>Q.36 La dose évolue proportionnellement à l'inverse du carré de la distance donc $\dot{H}_{10\text{ m}} = \dot{H}_{1\text{ m}} (1/10)^2 = 0,453 \text{ en mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ à 10 m.</p>	
<p>Q.37 Poste P1 on avait $20\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$</p> <p>Le tir ajoute un DeD de $453\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$</p> <p>ce qui augmente le DeD de 2 265 %.</p> <p>L'augmentation est énorme.</p> <p>La co-activité est inappropriée.</p>	
<p>Q.38 Rapport $11,5/3,5 = 3,29$ épaisseurs $\frac{1}{2}$</p> <p>Atténuation = $2^{3,29} = 9,75$</p>	
<p>Q.39 $\text{DeD}_{\text{initial}} = 20\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$</p> <p>Max accepté + 10 % de $\text{DeD}_{\text{initial}}$ soit $22\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$</p> <p>$\text{DeD}_{\text{tir}} = 453\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ (sans protection biologique en P₁)</p> <p>Après écrans, il faut que l'incidence du tir soit au max. de $2\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$.</p> <p>Atténuation mini attendue $453 / 2 = 227$</p> <p>n épaisseurs d'écrans : $9,75^n = 227$</p> <p>soit $n = \ln(227) / \ln(9,75) = 2,4$</p> <p>Conclusion : il faut 3 épaisseurs de matelas.</p>	

Document réponse DR 1



CORRIGÉ

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2022
U41 - Pré-étude et modélisation	CODE : 22ENE4MOD	Page 5/6

Document réponse DR 2

Opération	Localisation	Nb. intervenants	Nb. trajets A-R	Durée d'un trajet A-R	Durée de l'opération	Coefficient d'exposition	Ḣ en $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	E _{individuelle} en μSv	S dose efficace collective en H· μSv
Trajet	Aux.	4	14	30 min	7 h	0,7	1	4,9	19,6
Trajet	Dalle	4	14	10 min	2,33 h	0,7	30	49	196
Trajet	CdC	4	14	1 min	0,23 h	0,7	500	82	328
Trajet	Esc.	4	14	10 min	2,33 h	0,7	30	49	196
Manutention début de chantier	P1	2			30 min = 0,5 h	0,7	20	7	14
Travail électrique	P2	4			20 h	0,7	1	14	56
Manutention fin de chantier	P1	2			30 min = 0,5 h	0,7	20	7	14
Dose individuelle totale (hypothèse : la manutention de début de chantier est réalisée par une équipe et la manutention de fin de chantier est réalisée par l'autre équipe)								206	
Dose collective totale									824

Document réponse DR 3

	γ_1	γ_2	γ_3
E en keV	317	468	604
I en %	83	48	8
\dot{D}_i en $\text{mGy}\cdot\text{h}^{-1}$ à 1 m	22,2	19,0	4,1
\dot{D}_{total} en $\text{mGy}\cdot\text{h}^{-1}$ à 1 m	45,3		
Ḣ en $\text{mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ à 1 m	45,3		