

# BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE

## E4 MODÉLISATION ET CHOIX TECHNIQUES EN ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE

### U4.1 Pré-étude et modélisation

#### SESSION 2020

—  
Durée : 4 heures  
Coefficient : 3  
—

#### CORRIGÉ

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U41 pré-étude et modélisation	Code : ENE4MOD	Page : 1/12

**A/ Intervention sur robinet 1 RRA 013 VP**

**1/ Étude dosimétrique prévisionnelle**

**1/ EDP corps entier**

Presta	Presta	Opération	Nb. intervenants	Durée en h	Position	H° en $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	C <sub>expo</sub>	E <sub>individuelle</sub> en $\mu\text{Sv}$		
								A	B	C
Robinetterie (les 3 intervenants sont dénommés A, B et C)	10	Démontage partie haute	A, B et C	0,75	PT <sub>1</sub>	140	0,7	74	74	74
	20	Démontage partie basse (Ouverture circuit)	A	1	PT <sub>3</sub>	12	0,7	8	336	336
			B et C		PT <sub>1</sub>	480	0,7			
	30	Décontamination	A	0,5	PT <sub>3</sub>	12	0,7	4	168	168
			B et C		PT <sub>2</sub>	480	0,7			
	40	Expertise obturateur	A	1	PT <sub>3</sub>	12	0,7	8	168	168
			B et C		PT <sub>2</sub>	240	0,7			
	50	Remontage partie basse (Fermeture circuit)	A	1	PT <sub>3</sub>	12	0,7	8	168	168
			B et C		PT <sub>1</sub>	240	0,7			
	60	Remontage partie haute	A	1,25	PT <sub>3</sub>	12	0,7	11	61	61
			B et C		PT <sub>1</sub>	70	0,7			
	70	Requalification intrinsèque	A	0,75	PT <sub>3</sub>	12	0,7	6	37	37
			B et C		PT <sub>1</sub>	70	0,7			
	E <sub>individuelle</sub> totale par intervenant en $\mu\text{Sv}$								120	1 012

$$E = H^{\circ}.t.W_T.C_{\text{expo}}$$

$W_T = 1$  car corps entier

- 2/** Très forte exposition des intervenants B et C alors que l'intervenant A est comparativement très peu exposé  
Il convient de mieux répartir les doses entre les intervenants

$$S = 2\,143 \text{ H}.\mu\text{Sv}$$

meilleure répartition par individu si chacun est exposé à environ

714  $\mu\text{Sv}$

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U41 pré-étude et modélisation	Code : ENE4MOD	Page : 3/12

3/ EDP optimisée : par exemple

Presta	Presta	Opération	Nb. intervenants	Durée en h	Position	H° en $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	C <sub>expo</sub>	E <sub>individuelle</sub> en $\mu\text{Sv}$		
								A	B	C
Robinetterie (les 3 intervenants sont dénommés A, B et C)	10	Démontage partie haute	A, B et C	0,75	PT <sub>1</sub>	140	0,7	74	74	74
	20	Démontage partie basse (Ouverture circuit)	A	1	PT <sub>3</sub>	12	0,7	8	336	336
			B et C		PT <sub>1</sub>	480	0,7			
	30	Décontamination	B	0,5	PT <sub>3</sub>	12	0,7	168	4	168
			A et C		PT <sub>2</sub>	480	0,7			
	40	Expertise obturateur	C	1	PT <sub>3</sub>	12	0,7	168	168	8
			A et B		PT <sub>2</sub>	240	0,7			
	50	Remontage partie basse (Fermeture circuit)	B	1	PT <sub>3</sub>	12	0,7	168	8	168
			A et C		PT <sub>1</sub>	240	0,7			
	60	Remontage partie haute	C	1,25	PT <sub>3</sub>	12	0,7	61	61	11
			A et B		PT <sub>1</sub>	70	0,7			
	70	Requalification intrinsèque	C	0,75	PT <sub>3</sub>	12	0,7	37	37	6
			A et B		PT <sub>1</sub>	70	0,7			
	E <sub>individuelle</sub> totale par intervenant en $\mu\text{Sv}$								684	688

Disparité minime entre les dosimétries des différents intervenants

Dose collective S inchangée

4/

		E <sub>indiv</sub> en $\mu$ Sv		Dose collective S en H. $\mu$ Sv
		EDP initiale	EDP optimisée	
Robinetterie	A	120	684	2 143
	B	1 012	688	
	C	1 012	771	

L'opération reste très dosante et ce type d'exposition ne peut être envisagé qu'une fois par mois  
Le reste du temps, les intervenants doivent être affectés à des travaux très peu dosants

## 2/ Expertise de l'obturateur

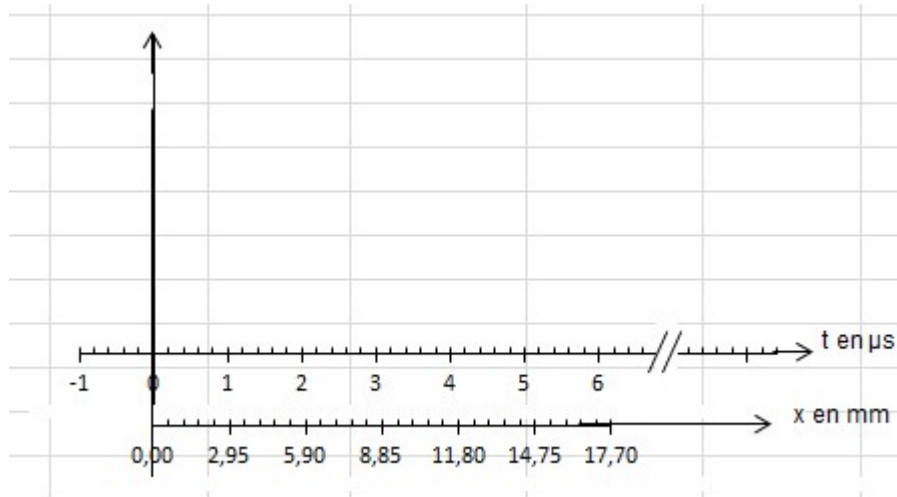
1/                    v =        5 900 m/s  
                          t =        4,80  $\mu$ s  
                          e =        14,16 mm

2/                    D =        10 mm  
                          f =        4,00 MHz  
                          N =        16,9 mm  
                          N > e

La condition est réalisée.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U41 pré-étude et modélisation	Code : ENE4MOD	Page : 5/12

3/  $x = 2,95.t$  avec  $t$  en  $\mu\text{s}$  et  $x$  en  $\text{mm}$



4/  $t = 1,60 \mu\text{s}$   
 $x = 4,72 \text{ mm}$

5/ L'écho correspondant au défaut sera masqué par celui qui correspond à l'axe

Le défaut sera vu en plaçant la sonde sur la face inférieure

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U41 pré-étude et modélisation	Code : ENE4MOD	Page : 6/12

### 3/ Requalification intrinsèque

1/ 1/             $k = 33,1 \text{ daN/mm}$   
                      $331\,000 \text{ N/m}$   
                      $h_{\text{Max}} = 84,0 \text{ mm}$   
                      $F = 2\,780 \text{ daN}$

2/                 $\rho = 4,0 \text{ mm}$   
                      $\eta = 90\%$   
                      $C = 19,7 \text{ N.m}$

3/                 $D_V = 350 \text{ mm}$   
                      $F_M = 56 \text{ N}$   
                                  $5,6 \text{ daN}$

Effort très faible

2/                 $n = 21,0 \text{ tr}$

3/                préseau =  $6 \text{ bar}$   
                      $D_p = 280 \text{ mm}$   
                      $S_p = 0,062 \text{ m}^2$   
                      $p_{\text{Max}} = 451\,545 \text{ Pa}$   
                                  $4,5 \text{ bar}$

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U41 pré-étude et modélisation	Code : ENE4MOD	Page : 7/12

- 4/ 1/  $W = 1\,168\text{ J}$
- 2/  $Q_v = 105\text{ L/min}$   
 $0,00175\text{ m}^3/\text{s}$   
 $P = 790\text{ W}$
- 3/  $t = 1,5\text{ s}$

## B/ Interventions sur les échangeurs RRA / RRI

### 1/ Décontamination chimique en TEV

- 1/  $Q_{\text{TEV}} = 950\text{ NL/min}$   
 $V = 6,0\text{ L}$   
 $p_1 = 300\text{ bar}$   
 $p_2 = 220\text{ bar}$   
 $V' = 3\,120\text{ NL}$
- 2/  $t = 3,3\text{ min}$   
 $3\text{ min } 17\text{ s}$
- 3/  $Q_{\text{HV}} = 300\text{ NL/min}$   
 $Q_{2\text{ TEV} + \text{HV}} = 2\,200\text{ NL/min}$   
 $t = 1,4\text{ min}$   
 $1\text{ min } 25\text{ s}$

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U41 pré-étude et modélisation	Code : ENE4MOD	Page : 8/12



## 2/ Incidence dosimétrique

$$\begin{aligned} 1/ \quad t &= 2\,000 \text{ h} \\ A_v &= 1 \text{ LDCA} \\ E_{\text{int}} &= 20 \text{ mSv} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= 1 \text{ min} \\ A_v &= 10 \text{ LDCA} \\ E_{\text{int}} &= 1,7 \text{ } \mu\text{Sv} \end{aligned}$$

Le raisonnement est correct

2/

Les énergies des  $\gamma$  correspondent à un spectre de raies  
Ces raies sont caractéristiques d'un radioélément donné

$$\begin{aligned} 3/ \quad A &= 3,4 \text{ MBq} \\ t &= 2 \text{ h} \\ H^{\circ}_{\text{réf}} &= 0,22 \text{ } \mu\text{Sv/h.Bq} \\ H^{\circ} &= 748 \text{ mSv/h} \\ H_{\text{peau}} &= 1\,496 \text{ mSv} \end{aligned}$$

4/ La dose peau prise en 1 fois est de 3 fois la limite annuelle acceptable  
C'est un ESR (événement significatif radioprotection) qui sera quantifié sur l'échelle INES  
Obligation légale de communiquer à l'ASN

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U41 pré-étude et modélisation	Code : ENE4MOD	Page : 9/12

### 3/ Analyse de l'incident par le PCR

1/            A =            3,4 MBq  
              E<sub>max</sub> =        318 keV  
              I<sub>β</sub> =            100%  
              ρ =            1,29E-03 g/cm<sup>3</sup>  
              n =            1,37  
              R =            66 cm

2/            D°<sub>β à 10 cm</sub> =        3,1 mGy/h  
              W<sub>Rβ</sub> =            1  
              H°<sub>β à 10 cm</sub> =        3,1 mSv/h

3/            E<sub>γ1</sub> =            1 173 keV            I<sub>γ1</sub> =            100%  
              E<sub>γ2</sub> =            1 333 keV            I<sub>γ2</sub> =            100%  
              D°<sub>γ1 à 1 m</sub> =        0,52 μGy/h  
              D°<sub>γ2 à 1 m</sub> =        0,59 μGy/h  
              D°<sub>γ total 1 m</sub> =        1,1 μGy/h  
              W<sub>Rγ</sub> =            1  
              H°<sub>γ à 1 m</sub> =        1,1 μSv/h  
  
              H°<sub>γ à 10 cm</sub> =        111 μSv/h

4/            H°<sub>β + γ à 10 cm</sub> =        3,2 mSv/h

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U41 pré-étude et modélisation	Code : ENE4MOD	Page : 10/12

$H^{\circ}_{\beta+\gamma à 1 m} = 1,1 \text{ } \mu\text{Sv/h}$  les  $\beta$  n'atteignent pas 1 m

5/ A 1 m, rien n'est détectable (ambiance = 50  $\mu\text{Sv/h}$ )

A 10 cm, la contamination est facilement détectable (contaminamètre ou radiamètre)

La dose peau est très majoritairement due aux désintégrations  $\beta$  au contact

Les désexcitations  $\gamma$  sont finalement très peu dosantes

## C/ Requalification fonctionnelle

### 1/ Performance des échangeurs RRA / RRI

1/	$D_I =$	18 mm
	$D_E =$	21 mm
	$N =$	479 tubes
	$L =$	2 372 mm
		2,372 m
	$D_M =$	19,5 mm
	$S =$	139,2 m <sup>2</sup>
2/	$C_p =$	4,31 kJ/kg.K
	$\rho =$	917 kg/m <sup>3</sup>
	$Q_V =$	910 m <sup>3</sup> /h
		0,253 m <sup>3</sup> /s
	$Q_M =$	232 kg/s
	$\theta_{CE} =$	150 °C
	$\theta_{CS} =$	142 °C
	$\Phi =$	7 992 368 W

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U41 pré-étude et modélisation	Code : ENE4MOD	Page : 11/12

8,0 MW

**3/**       $\theta_{CE} =$             150 °C  
             $\theta_{CS} =$             140 °C  
             $\Phi' =$             9 990 460 W  
                                 10,0 MW

**4/**       $\Delta\Phi/\Phi =$             20%

Nettoyage impératif pour préserver les performances  
Contribution à la fonction fondamentale de sûreté "refroidissement"

## 2/ Réglage du robinet RRA 013 VP

$Q_{V\text{contour}} =$     910 m<sup>3</sup>/h  
                   $Q_V =$         300 m<sup>3</sup>/h  
Débit en % =    33%  
Course en % =    10%  
                   $h_{Max} =$     84,0 mm  
                   $h =$          8,4 mm

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U41 pré-étude et modélisation	Code : ENE4MOD	Page : 12/12