



SDIS76

RETEX

Dégâts des eaux dans un local
contenant des produits radioactifs

10 Février 2018

CMIR 76

Contexte

Appel

Le 10 février 2018, à XXhXX, le CTA-CODIS reçoit un appel concernant une fuite d'eau dans un bâtiment de médecine nucléaire de 5 à 10 cm d'eau représentant environ 60 m². La fuite est arrêtée, La coupure effectuée. L'évacuation d'eau est en cours. Service fermé aujourd'hui.
Lieu : centre Henri Becquerel – rue d'Amiens à Rouen.



Moyens engagés au départ

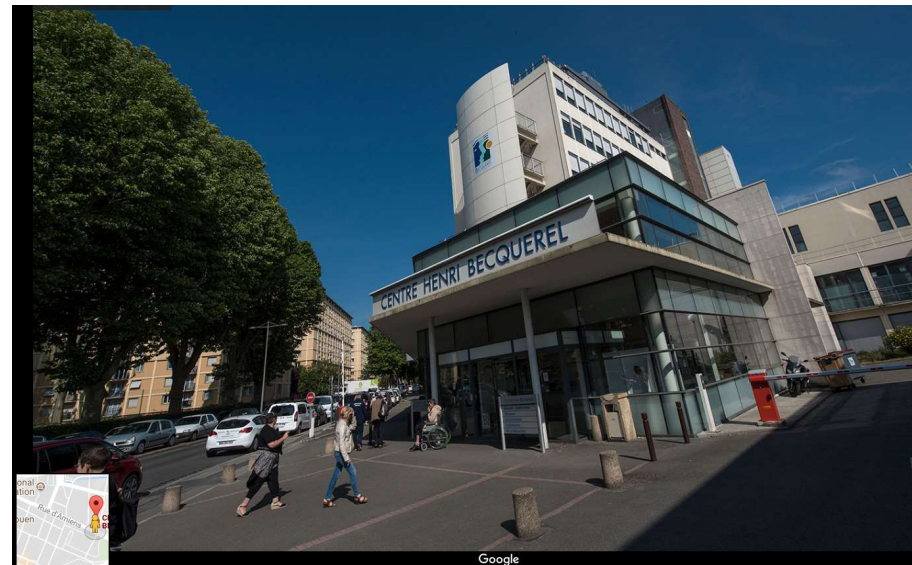
- VTU et information CDG

Moyen total engagé

- CDC Rouen
- CDG Rouen
- 1 FRT + 1 KRAD + 1 RAD 3 Est
- VTU Rouen SUD
- VTU Gamb
- VTU pro GAMB

Intervention 10/02/2018

RETEX CMIR - Année 2018



Arrivée sur les lieux

9h50 - Message CDG

« Centre Henri Becquerel à Rouen. Fuite d'eau suite à une rupture d'une canalisation dans le faux plafond au RDC d'un bâtiment R+6 sur 300 m² et 3 cm maximum. La partie concernée est le secteur de mesure avec appareil IRM, scanner et la partie production de technétium 99 identifiée comme étant la partie chaude du bâtiment. Avons procédé à la coupure générale de l'eau du bâtiment le temps d'isoler le RDC par le technicien de l'établissement SLL ». Responsable administratif sécurité et technicien SLL. Je demande le FRT pour effectuer une levée de doute dans le local chaud de production de technétium 99. Les appareils sont sous protection en château de plomb ».

10h53 - Message CDG

« Fuite stoppée. Secteur impacté isolé. Le reste de l'établissement est alimenté en eau, aucun impact. Les locaux impactés contiennent des sources non scellées de fluor 18 et technétium 99m. Je fais 2 secteurs: 1 assèchement et 1 RAD. Nous procédons à une évaluation risque radiologique par une équipe reconnaissance RAD et la PCR. Je demande le complément de la CMIR et 1 VTU avec 2 aspirateurs à eau. »

Contexte

TD-REX

1,83 heures

¹⁸F Période : 1,83 heures Activité massique : 3,52.10¹⁸ Bq.g⁻¹ Groupe de risque : 3

Fluor - 18

Principales émissions						Seuils d'exemption	
Gamma / X		Beta (E _{max})		Electrons		Alpha	
E (keV)	%	E (keV)	%	E (keV)	%	Quantité en Bq	Concentration en Bq.g ⁻¹
E1	511	194	834	97	1	3	1.10 ⁴
E2							1.10 ⁷
E3							Transport (Bq)
% omis	0		0		0		A1 1.10 ¹⁰ A2 6.10 ¹¹

Exposition externe (µSv.h⁻¹) pour une activité de 1 Bq

Source ponctuelle	flacon 10 ml	bécher 50 ml	Seringue 5 ml	Contamination de la peau
ds 1,2.10 ⁻⁴ β et e ⁻	1,6.10 ⁻⁷	5,6.10 ⁻⁴	2,9.10 ⁻³	dépôt uniforme (1 Bq.cm ⁻²) 1,9
ds 1,9.10 ⁻⁴ γ et X				
dp 1,8.10 ⁻⁴ γ et X	au contact 7,0.10 ⁻⁴	au contact 5,6.10 ⁻⁴	au contact 2,9.10 ⁻³	goutte de 0,05 ml (1 Bq) 7,9.10 ⁻²

Exposition interne pour les travailleurs

Dose efficace engagée par unité d'incorporation en Sv.Bq ⁻¹			Données pratiques		
Inhalation	R	h(g)	Débit de dose efficace par immersion ⁽¹⁾	LPCA ^{(2),(3)}	
Selon le cation auquel il est combiné	M	1 µm	3,0.10 ⁻¹¹	2,0.10 ⁻⁴ µSv.h ⁻¹ par Bq.m ⁻³	8,8.10 ⁴ Bq.m ⁻³
		5 µm	5,4.10 ⁻¹¹		
		1 µm	5,7.10 ⁻¹¹		
Selon le cation auquel il est combiné	L	1 µm	8,9.10 ⁻¹¹		
		5 µm	8,9.10 ⁻¹¹		
		1 µm	6,0.10 ⁻¹¹		
Selon le cation auquel il est combiné	L	5 µm	9,2.10 ⁻¹¹		

Organe exposé contribuant le plus à la dose efficace
Inhalation : Voies respiratoires supérieures (R-M-L)
Ingestion : Estomac

Al_{inhalation} (Bq)⁽¹⁾ : 2,2.10⁸
Al_{ingestion} (Bq)⁽¹⁾ : 4,1.10⁸

(1) Calculée dans un volume de 100 ml.
(2) Valeurs les plus restrictives.
(3) La LPCA prend en compte l'exposition par inhalation et par immersion.

Écrans, détection, contamination des surfaces

Parcours β et e⁻ (mm)

Verre	0,9
Plexiglas	1,7

Atténuation par le plomb ou l'acier

Plan 5 m x 5 m uniformément contaminé (1 Bq.cm⁻²)

Débîts de dose (µSv.h⁻¹)⁽¹⁾

à 1 m : ds β, e⁻ : 5,3.10⁻² ; ds γ, X : 1,2.10⁻² ; dp γ, X : 1,1.10⁻²

à 10 cm : ds β, e⁻ : 9,6.10⁻¹ ; ds γ, X : 3,6.10⁻² ; dp γ, X : 3,4.10⁻²

Limites pratiques
LPC₁ : 5.10⁵ Bq.cm⁻²
LPC₂ : 9.10⁵ Bq.cm⁻²

Sondes⁽¹⁾ recommandées

Alpha	+
Beta	++
Gamma	++
X	++

(1) Si aucune sonde n'est précisée, faire un frottis et le mesurer en laboratoire.
(2) Attention ! Toute contamination superficielle labile doit être éliminée.

Activités maximales manipulables (Bq)

État physico-chimique	coefficient de volatilité	Sous réserve de respecter les LIMITES D'EXPOSITION EXTERNE					
		Zone Surveillée (ZS)			Zone Contrôlée (ZC)		
Selon le cation auquel il est combiné	0,01	Pailasse	Hotte ventilée	Pailasse	Hotte ventilée	Boîte à gants	
		4,5.10 ⁵	4,5.10 ⁵	1,5.10 ⁶	1,5.10 ⁶	1,5.10 ⁶	
Forme volatile	1	interdit	2,7.10 ⁶	interdit	9,0.10 ⁶	9,0.10 ⁶	

^{99m}Tc Période : 6,02 heures Activité massique : 1,95.10¹⁷ Bq.g⁻¹ Groupe de risque : 4

Technétium - 99m

Principales émissions						Seuils d'exemption	
Gamma / X		Beta (E _{max})		Electrons		Alpha	
E (keV)	%	E (keV)	%	E (keV)	%	Quantité en Bq	Concentration en Bq.g ⁻¹
E1	18	6	120	9		1.10 ⁷	1.10 ⁷
E2	21	1		138	1		1.10 ¹⁰
E3	141	89					Transport (Bq)
% omis	1			1			A1 1.10 ¹⁰ A2 4.10 ¹²

Exposition externe (µSv.h⁻¹) pour une activité de 1 Bq

Source ponctuelle	flacon 10 ml	bécher 50 ml	Seringue 5 ml	Contamination de la peau
ds 1,3.10 ⁻⁴ β et e ⁻	2,2.10 ⁻⁸	1,5.10 ⁻⁴	3,5.10 ⁻⁴	dépôt uniforme (1 Bq.cm ⁻²) 2,5.10 ⁻²
ds 2,8.10 ⁻⁴ γ et X				
dp 2,6.10 ⁻⁴ γ et X	au contact 1,0.10 ⁻⁴	au contact 7,7.10 ⁻⁵	au contact 3,5.10 ⁻⁴	goutte de 0,05 ml (1 Bq) 2,8.10 ⁻²

Exposition interne pour les travailleurs

Dose efficace engagée par unité d'incorporation en Sv.Bq ⁻¹			Données pratiques		
Inhalation	R	h(g)	Débit de dose efficace par immersion ⁽¹⁾	LPCA ^{(2),(3)}	
Composés non spécifiés	M	1 µm	1,2.10 ⁻¹¹	2,3.10 ⁻⁷ µSv.h ⁻¹ par Bq.m ⁻³	2,9.10 ⁶ Bq.m ⁻³
		5 µm	2,0.10 ⁻¹¹		
		1 µm	1,9.10 ⁻¹¹		
Oxydes, hydroxydes, halogénures et nitrates	M	1 µm	1,9.10 ⁻¹¹		
		5 µm	2,9.10 ⁻¹¹		
		1 µm	1,9.10 ⁻¹¹		
Inhalation : Voies respiratoires supérieures (R-M)	L	1 µm			
		5 µm			

Organe exposé contribuant le plus à la dose efficace
Inhalation : Voies respiratoires supérieures (R-M)
Ingestion : Thyroïde

Al_{inhalation} (Bq)⁽¹⁾ : 6,9.10⁴
Al_{ingestion} (Bq)⁽¹⁾ : 9,1.10⁴

(1) Calculée dans un volume de 100 ml.
(2) Valeurs les plus restrictives.
(3) La LPCA prend en compte l'exposition par inhalation et par immersion.

Écrans, détection, contamination des surfaces

Parcours β et e⁻ (mm)

Verre	0,1
Plexiglas	0,3

Atténuation par le plomb ou l'acier

Plan 5 m x 5 m uniformément contaminé (1 Bq.cm⁻²)

Débîts de dose (µSv.h⁻¹)⁽¹⁾

à 1 m : ds β, e⁻ : 2,3.10⁻³ ; ds γ, X : 5,3.10⁻³ ; dp γ, X : 1,7.10⁻³

à 10 cm : ds β, e⁻ : 2,3.10⁻² ; ds γ, X : 5,3.10⁻² ; dp γ, X : 1,7.10⁻²

Limites pratiques
LPC₁ : 4.10⁵ Bq.cm⁻²
LPC₂ : 6.10⁵ Bq.cm⁻²

Sondes⁽¹⁾ recommandées

Alpha	+
Beta	++
Gamma	++
X	++

(1) Si aucune sonde n'est précisée, faire un frottis et le mesurer en laboratoire.
(2) Attention ! Toute contamination superficielle labile doit être éliminée.

Activités maximales manipulables (Bq)

État physico-chimique	coefficient de volatilité	Sous réserve de respecter les LIMITES D'EXPOSITION EXTERNE					
		Zone Surveillée (ZS)			Zone Contrôlée (ZC)		
Composés non spécifiés	0,01	Pailasse	Hotte ventilée	Pailasse	Hotte ventilée	Boîte à gants	
		1,1.10 ⁷	1,1.10 ⁷	3,7.10 ⁷	3,7.10 ⁷	5,0.10 ⁷	
Oxydes, hydroxydes, halogénures et nitrates	0,01	1,1.10 ⁷	1,1.10 ⁶	3,6.10 ⁷	3,6.10 ⁶	5,0.10 ⁷	

6,02 heures

Le radioélément : le technétium

Qu'est ce que c'est ?

Le technétium est un élément d'origine artificielle dont tous les isotopes sont radioactifs dont:

- *^{99}Tc , de période longue (2,1.105 ans) issu des retombées atmosphériques et du cycle du combustible*
- *$^{99\text{m}}\text{Tc}$, de période courte (6 heures), isotope le plus utilisé en médecine nucléaire en tant que traceur.*

Chez l'homme, une fois dans le sang, le technétium aurait un devenir biologique similaire à celui de l'iode. Une fois absorbé le technétium est principalement retenu au niveau de la thyroïde (4%), de l'estomac (10%), du foie (3%), Le reste de la fraction absorbée se distribue de façon homogène dans le reste du corps.

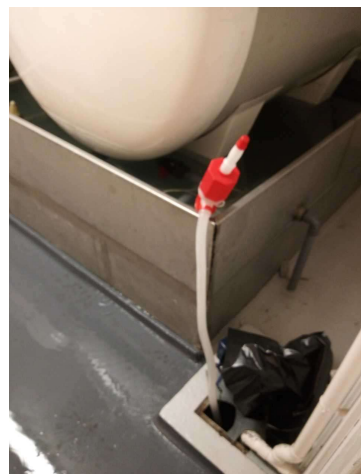
La toxicité chimique du ^{99}Tc est prépondérante à sa toxicité radiologique. la DL50 chez l'homme a été estimée à 13 mg.kg⁻¹. Il n'a pas été observé d'effets radio-induits après exposition au technétium 99. Aucun effet sur la santé n'a été mis en évidence après exposition au $^{99\text{m}}\text{Tc}$, utilisé comme radiotraceur en médecine nucléaire.

Isotopes	Période radioactive	Activité massique ⁽¹⁾ (Bq.g ⁻¹)	Emissions principales
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6 heures	$1,95 \cdot 10^{17}$	Electrons de conversion E = 120 keV (9%) E = 138 keV (1%) Emission X E = 18 keV (6%) E = 21 keV (1%) Emission γ E = 141 keV (89%)

Arrivée sur les lieux

11h45- Message CDC

« Après reco, avons identifié une rétention hors sol de 4 m³ contenant des eaux potentiellement contaminées par technétium 99m de faible activité. Des mesures d'ambiance à l'aide des appareils de l'établissement et du FH40 sont conformes au bdf. Après échange avec la PCR, il est convenu de condamner le local pour décroissance et de planifier un asséchement de la rétention dans 24 heures par une équipe RAD et 1 RAD3. Idée de manœuvre soumise et confirmée par le RAD4. Nous procédons actuellement à l'asséchement des autres locaux ».



Résolution de l'incident

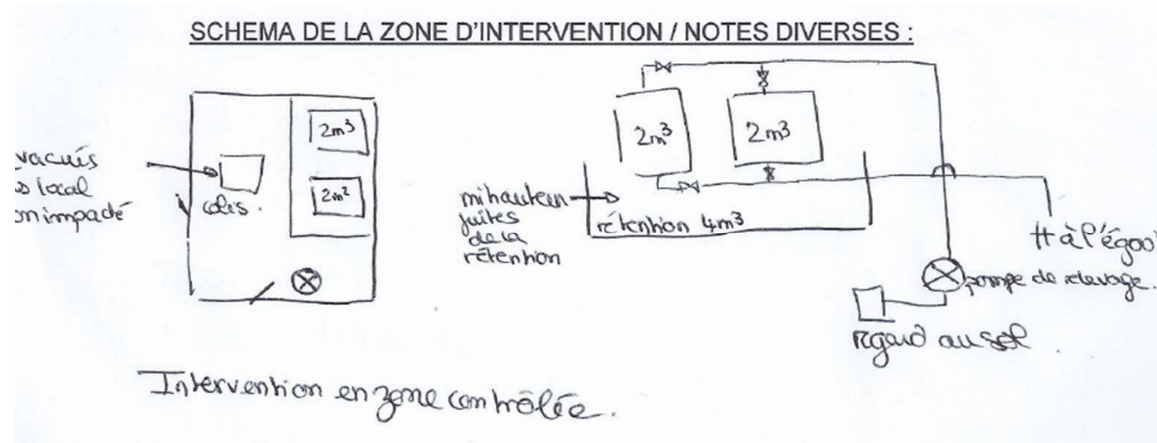
Analyse de la ZI

Sources :	Flux :	Cibles :
<p>Cuve 1 : vide (vidée le 8/02/2017 par Technicien)</p> <p>Cuve 2 : ouverte le 7/02. - rejet de 3102 soir à loop tamponné au Tech 99m (A: 100 Bq/L).</p> <p>Rétention : 4 m³ pleine</p>	<p><u>liquide</u> : faire rétention vers basal.</p>	<p>Réseau At à l'épave. Personnels Intervenants.</p>

Résolution de l'incident

Idées de manœuvre

- Effectuer une cartographie débibimétrique.
- Mise en place d'une pompe « japy » pour baisser le niveau de rétention à mi hauteur.
 - La pompe rejette vers une contenant avec pompe de relevage qui remonte les effluents dans une cuve vide.
- Attente 24h (4 périodes) avant pompage de la rétention puis retour à la normale.
- Choix de la tenue: KERMEEL.



11h26- Conférence CDS, RAD4, CODIS

Proposition d'effectuer un comparatif entre le b cher d'eau du robinet et eau de rétention par MIP 10 avec sonde X + frottis sur la partie sèche de la rétention



Les 2 b chers
zone de rétention

bdf

Analyse produit
Tech 89 m.
dernier rejet : 1007 9/02 $\approx 19h$ 100 Bq/l
 $A_0 = 100000 \text{ Bq}$
 $1002 \approx 1h$
 $A_1 = 5000 \text{ Bq}$
 $10102 \approx 7h$
 $A_2 = 2500 \text{ Bq} \rightarrow \approx 4 \text{ m}^3 + 2 \text{ m}^3$ (eau pluie)
rétention
dil e dans 6 m^3 .
 $0,41 \text{ Bq/l}$

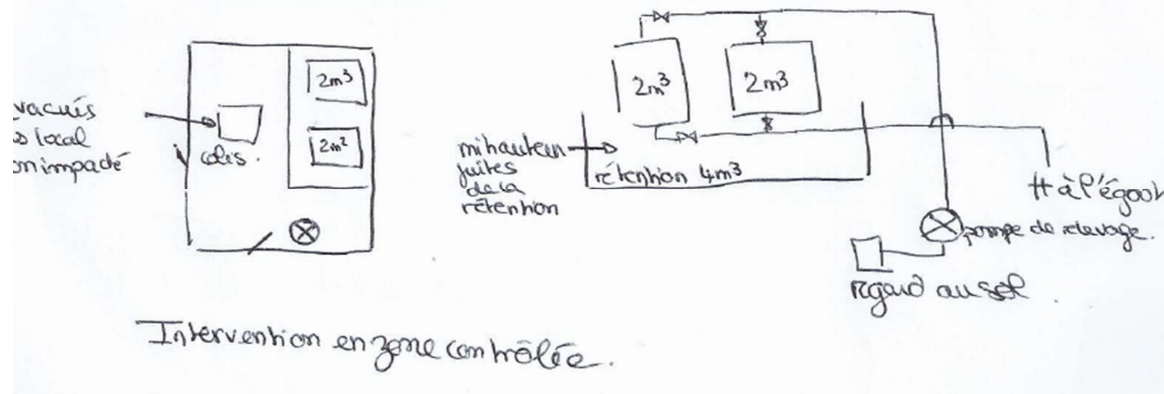
Contrôle du local au SPIRID : $2,2 \mu\text{Sv/h}$ conforme aux valeurs de la veille.

Les mesures

TABLEAU DES MESURES :

Localisation / Source	Débitmètre	Mesure	Ictomètre	Mesure
Porte local avec sources	FH40	1m		1m
		Ctct		2,5 m ³ /R.
Porte local sans sources	FH40	1m	Compteur au BDF de local en hrs normal)	1m
		Ctct		150 nSULR.
Flaguesol	FH40	1m		1m
		Ctct		150 nSULR.
		1m		1m
		Ctct		Ctct
		1m		1m
		Ctct		Ctct
		1m		1m
		Ctct		Ctct

SCHEMA DE LA ZONE D'INTERVENTION / NOTES DIVERSES :



Conclusion

Les points positifs

- Radioéléments à période courte
- Présence PCR
- CA VTU formé RAD2 et expérimenté
- Montée en puissance progressive
- Service en arrêt pour le week end
- Intervention le samedi permettant une mise en décroissance
- Application des principes ALARA
- Communication entre RAD4 et IRSN
- Communication par téléphone avec le directeur de l'établissement
- Proximité du CIS Gambetta, rapidité d'intervention pour le FRT

Les axes d'amélioration

- Communication au CODIS de Tc99 au lieu de Tc99m qui n'ont pas les mêmes périodes.
- Engagement d'une CMIR constituée dès le départ