



CUTADOSE,



Un code de calcul pour estimer la dose peau après contamination cutanée

X. MICHEL¹, C. PIERRARD², P. LAROCHE¹, F. PIC² et P. BERARD²

Journées « codes de calcul en radioprotection, radiophysique et
dosimétrie »

28-29 Avril 2010, Sochaux

¹ Service de Protection Radiologique des Armées, 1 bis du Lieutenant Raoul Batany 92141
Clamart Cedex

² Commissariat à l'Energie atomique, 18 route du panorama, BP6, 92 265 Fontenay aux
Roses

Introduction

- **Décret n°2008-244 du 7 Mars 2008:**

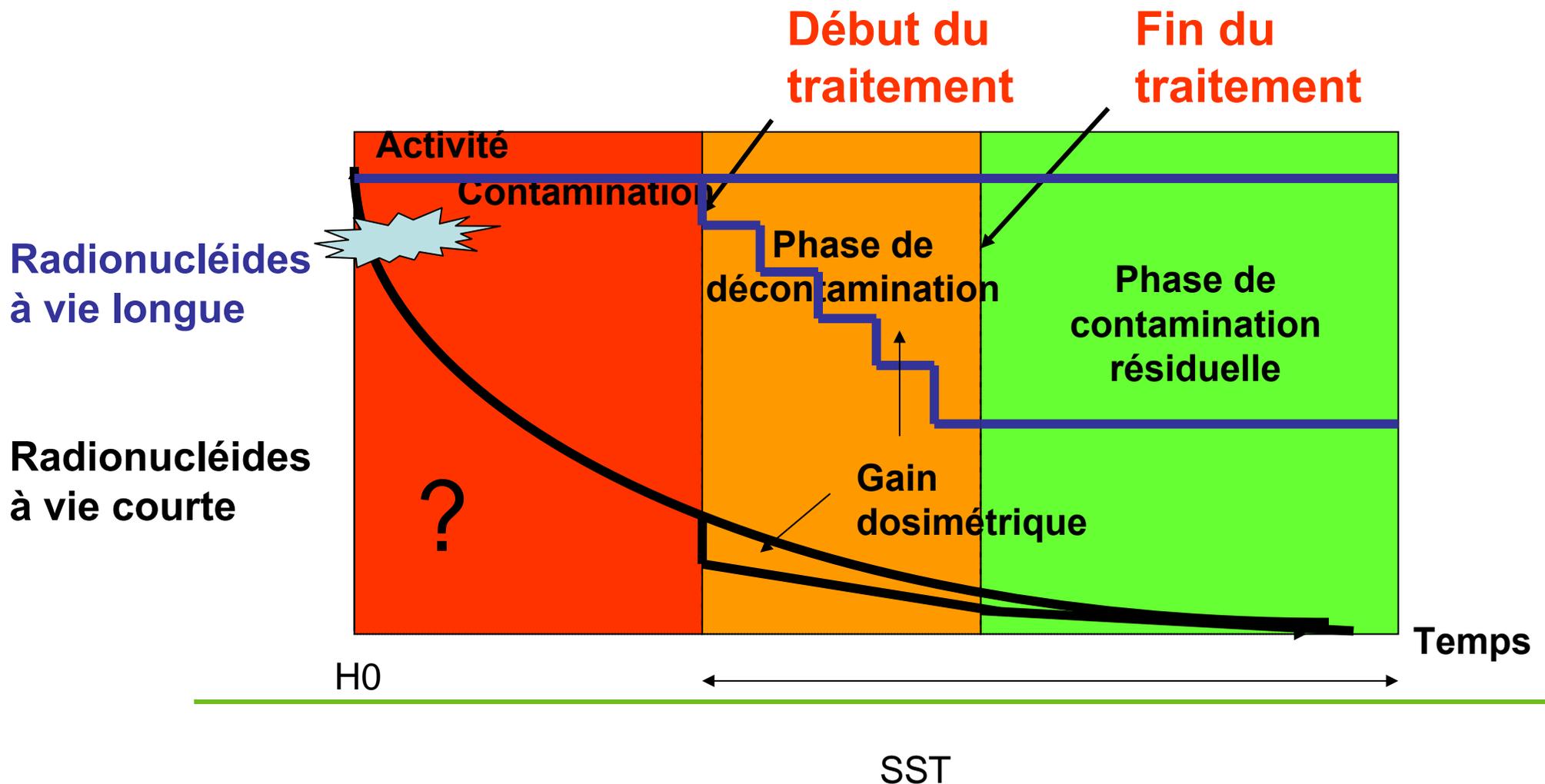
« Pour la peau, l'exposition reçue au cours de douze mois ne doit pas dépasser 500 mSv. Cette limite s'applique à la dose moyenne sur toute surface de 1 cm², quelle que soit la surface exposée. »

- Dans les cas de contamination de la peau par des substances radioactives, des mesures de décontamination immédiates et rapides ont une priorité supérieure à une évaluation exacte de l'activité et de la dose à la peau.

- Des évaluations exactes de l'activité et de la dose à la peau ne sont recommandées que dans les cas où la contamination de la peau ne peut être enlevée par les procédures de décontamination et que l'on s'attend à une dose à la peau dépassant la limite donnée, c'est-à-dire 1/10ème de la limite de dose annuelle.

Pratiques médicales en cas d'urgence radiologique

Prise en charge minutieuse afin de diminuer les incertitudes sur l'évaluation de la dose



Les initiatives en cours

	Contamination cutanée	Caractéristiques
Expertise	VARSKIN 3	Scénario établi Différentes formes
Intervention	EDF CUTADOSE	Scénario évolutif Efficacité des traitements

Varskin 3.0

Select Source Geometry

Point Sphere

2-D Disk Slab

3-D Cylinder Syringe

Special Options

Include Gamma Dose

Perform Volume Averaging

Select Radionuclides

Radionuclide Library

Ba-131
C-11
C-14
I-131
Pa-226

Select Radionuclide

Add New Radionuclide to Library

Source Activity Units

μCi

Selected Radionuclide

Pa-226: 1 μCi

Edit Remove

Point Source Irradiation Geometry

Enter Skin Thickness or Skin Density Thickness: 7 mg/cm²

Enter Air Gap Thickness: 0 mm

Enter Protective Clothing or Cover Thickness: 0 mm

Enter Protective Clothing or Cover Density: 0 g/cm²

Calculate Doses

End

Skin Averaging Area

10 cm²

Exposure Time

60 min

Radionuclide: Activity <input type="text" value="Pa-226 1 <math>\mu\text{Ci}</math>"/>		All Radionuclides	
Beta Dose Rate	0.00E+00 rad/h	Beta Dose	0.00E+00 rad
Gamma Dose Rate	2.17E-04 rad/h	Gamma Dose	2.17E-04 rad
Total Dose Rate	2.17E-04 rad/h	Total Dose	2.17E-04 rad

Date: 3/31/2010 Calculation Summary: Point Source Time: 13:58:11

Cover Thickness 0 mm Irradiation Time 60 min

Air Gap Thickness 0 mm Irradiation Area 10 cm²

Skin Density Thickness 7 mg/cm²

Groupe de travail national des médecins du travail EDF- GDF
Estimation de la dose équivalente à la peau

Renseignements administratifs sur la contamination

Nom et prénom: né(e) le:

Entreprise: Médecin du travail:

Charrier: Date de l'incident:

Éléments nécessaires à l'estimation de la dose équivalente à la peau

1 - Comptage (C/s) 2 - Radionucléides 3 - Durée 4 - Cont. Résiduelle

Cache troué: Co-60, Nb 95-Zr95, Ru 106 8 H 0 min Co-60, Nb 95-Zr95

Cache plein:

Radionuclide incriminé

Menu: 226 Contamination Date: 19/10/2005 Heure: 11:00

Type de sonde: Actuelle: Dose en surface en mSv: Dose en profondeur en mSv:

Actuelle: Dose équivalente à la peau: Dose équivalente résiduelle à la peau:

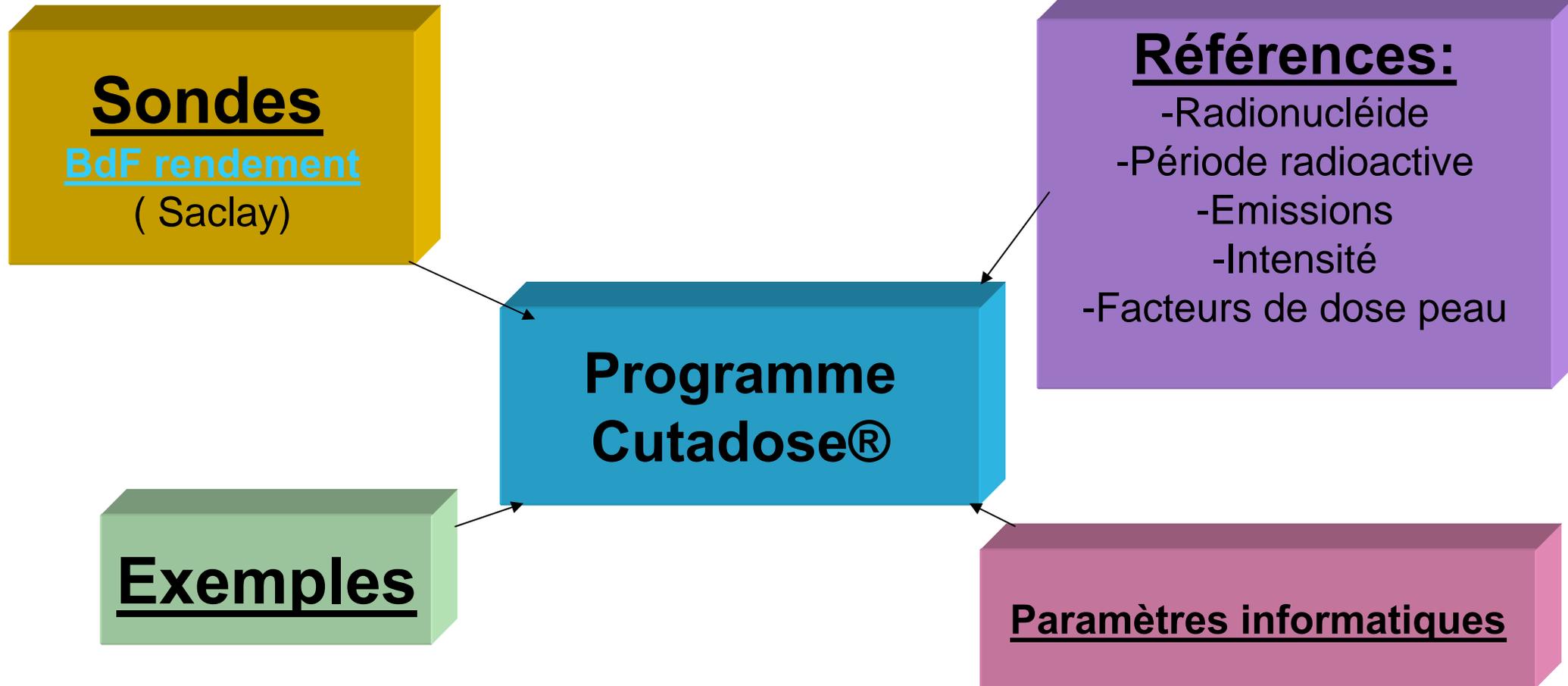
Actuelle: Dose équivalente: Dose équivalente:

Mesure: Heure: 11:00

Elaboration d'un progiciel informatique Cutadose

Dose équivalente à la peau:

$$H_{\text{peau}} = A \times I \times \lambda^{-1} \times (1 - e^{-\lambda t})$$



Radionuclide incriminé

Phosphore - 32

Contamination

Date 01/03/2008 Heure 10 00

Validation



Estimation de la dose

avec coefficients du rapport CEA 5144 (1988)

Type de sonde

- Alpha
- Beta** ++
- Gamma
- X
- Controleur

Sonde Beta

sonde beta mou MIP

Surf. sonde cm2 6 Bruit fond en cps 1

Validation

Utilisation d'un collimateur

oui non

Dépôt uniforme Goutte

6 Validation

Activité surfacique non résiduelle KBq cm2.h

2,16

Activité surfacique sans traitement

7,325

efficacité du traitement en %

70,5

Dose en surface en mSv

2,808

Dose équivalente à la peau

9,072

Dose équivalente résiduelle à la peau

48

110

Dose équivalente

50

119

Mesure

Date 01/03/2008 Heure 15 00

Nb de coups par seconde

997

Validation

nb	date	H	mn	cumul te...	ecart min...	Cps/s	Cps-Bf	Cps atte...	Kbq	Kbq/h	sonde	Bf	r...	s...	t...	s...	s...	
0	01/03/2008	10	00	0	0	9975	9974		0,98									
1	01/03/2008	10	00	0	0	9975	9974		0,98	0	sonde beta mou MIP	1	1,...	6	b...	6	€	
2	01/03/2008	10	30	30	30	9975	9974	9964,717...	0,98	0,49	sonde beta mou MIP	1	1,...	6	b...	6	€	
3	01/03/2008	11	00	60	30	9030	9029	9964,717...	0,89	0,468	sonde beta mou MIP	1	1,...	6	b...	6	€	
4	01/03/2008	11	30	90	30	9030	9029	9020,691...	0,89	0,445	sonde beta mou MIP	1	1,...	6	b...	6	€	
5	01/03/2008	11	45	105	15	5040	5039	9025,344...	0,49	0,172	sonde beta mou MIP	1	1,...	6	b...	6	€	
6	01/03/2008	12	15	135	30	1995	1994	5034,805...	0,2	0,172	sonde beta mou MIP	1	1,...	6	b...	6	€	

quitter

Graphique

Exemple

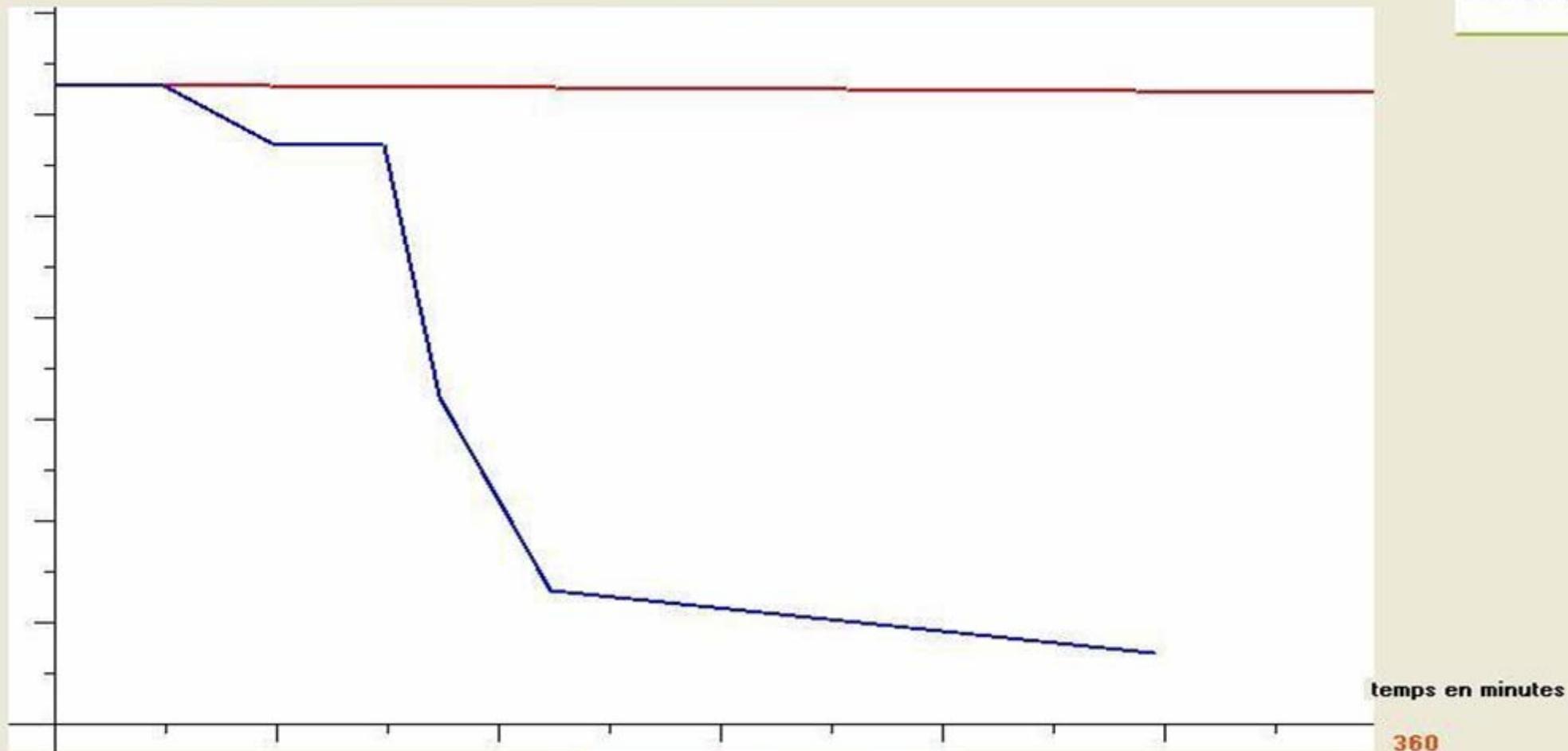
suppression
dernier
comptage

écriture du
rapport

changement
de date de
contamination

cutadose2

Représentation graphique



360

[retour écran précédent](#)

Dose équivalente à la peau

Activité surfacique non résiduelle en KBq cm² h **136,741**

Dose en surface en mSv **259,808**

Dose en profondeur en mSv **574,312**

Dose équivalente résiduelle à la peau

Activité surfacique résiduelle en KBq cm² h **6,22**

Dose en surface en mSv **2985,6**

Dose en profondeur en mSv **6842**



Radionuclide incriminé

Fluor-18

Contamination

Date 19/10/1995 Heure 11 00

Validation



Estimation de la dose

avec coefficients du rapport CEA 5144 (1988)



Type de sonde

- Alpha
- Beta +
- Gamma ++
- X ++
- Controleur

Sonde Gamma

SG2

Surf. sonde cm2 100
Bruit fond en cps 30

Validation

Utilisation d'un collimateur

oui non

Dépôt uniforme Goutte

4 Validation

Activité surfacique non résiduelle KBq cm2.h

61,656

Activité surfacique sans traitement

421,891

efficacité du traitement en %

85,4

Dose en surface en mSv

117,146

Dose en profondeur en mSv

203,465

Dose équivalente à la peau

0,051

Dose équivalente résiduelle à la peau

0,088

Dose équivalente

117

203

Mesure

Date 19/10/1995 Heure 16 00

Nb de coups par seconde

31

Validation

nb	date	H	mn	cumul te...	ecart min...	Cps/s	Cps-Bf	Cps atte...	Kbq	Kbq/h	sonde	Bf	r...	s...	t...	s...	s...
0	19/10/1995	11	00	0	0	10000	9970		83,08								
1	19/10/1995	11	00	0	0	10000	9970		83,08	0	SG2	30	1...	100	g...	4	1
2	19/10/1995	12	15	75	75	1100	1070	4221,868...	8,92	57,5	SG2	30	1...	100	g...	4	1
3	19/10/1995	12	25	85	10	500	470	983,2616...	3,92	1,07	SG2	30	1...	100	g...	4	1
4	19/10/1995	12	30	90	5	400	370	473,6209...	3,08	0,292	SG2	30	1...	100	g...	4	1
5	19/10/1995	12	35	95	5	200	170	379,2334...	1,42	0,188	SG2	30	1...	100	g...	4	1
6	19/10/1995	13	50	170	75	150	120	101,4761...	1	1,512	SG2	30	1...	100	g...	4	1

quitter

Graphique

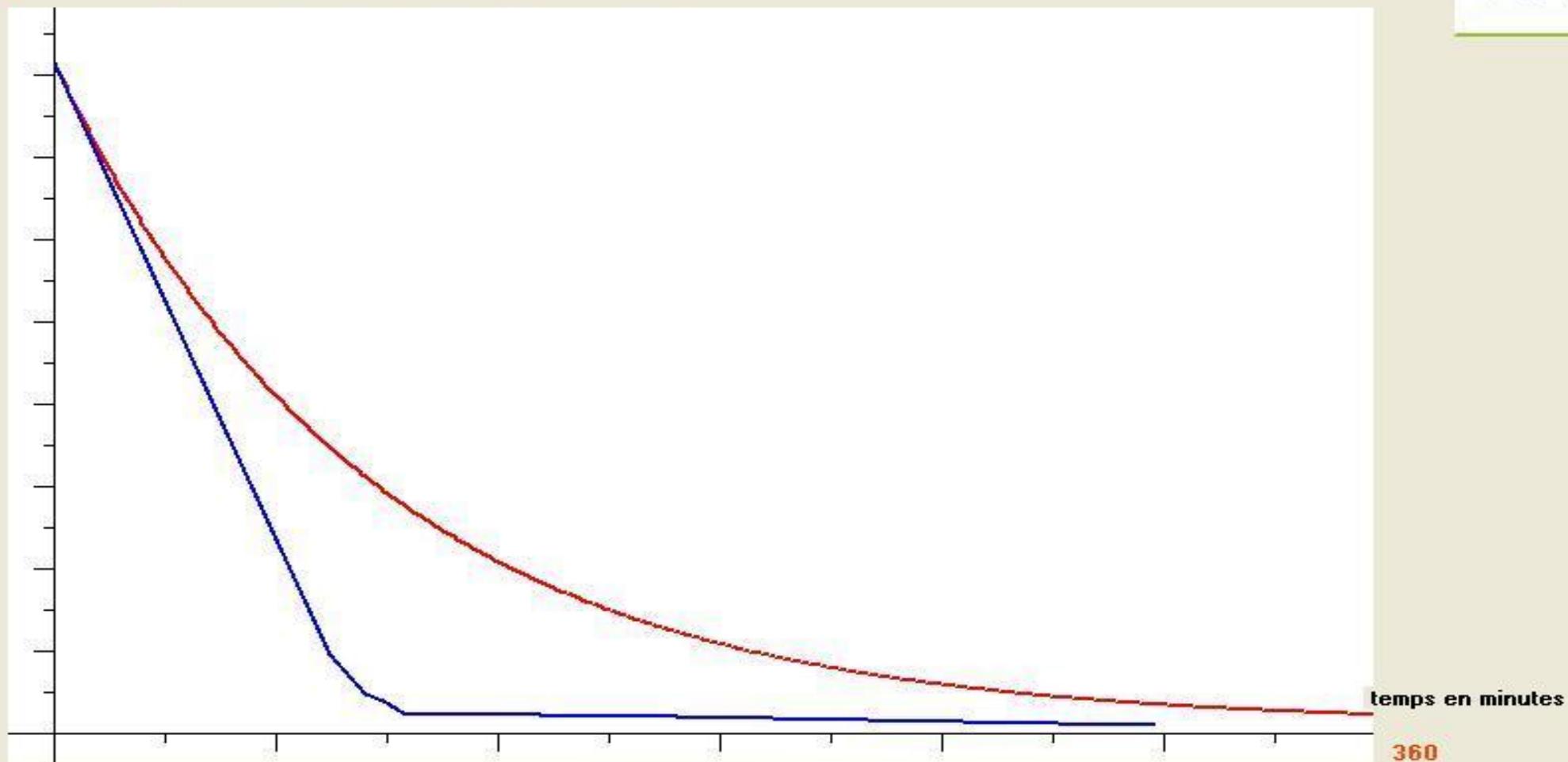
Exemple

suppression
dernier
comptage

écriture du
rapport

changement
de date de
contamination

Représentation graphique



[retour écran précédent](#)

<u>Dose équivalente à la peau</u>	
Activité surfacique non résiduelle en KBq cm ² h	61,656
Dose en surface en mSv	117,146
Dose en profondeur en mSv	203,465

<u>Dose équivalente résiduelle à la peau</u>	
Activité surfacique résiduelle en KBq cm ² h	0,01
Dose en surface en mSv	0,051
Dose en profondeur en mSv	0,088



ecran cutadose 1

Radionuclide incriminé
Thallium - 201

Contamination
Date: 03/03/1993 Heure: 16:00
Validation

Type de sonde
 Alpha
 Beta +
 Gamma ++
 X
 Controleur

Sonde Gamma
 SG2
 Surf. sonde cm2: 100 Bruit fond en cps: 30
 Validation
 Utilisation d'un collimateur: oui non
 Dépôt uniforme: Goutte:
 4 Validation

Mesure
 Date: 03/03/1993 Heure: 17:30
 Nb de coups par seconde: 110
 Validation

Thallium - 201 (81 TI 201) Période 3 jours

Estimation de la dose
avec coefficients du rapport CEA 5144 (1988)

Activité surfacique non résiduelle KBq cm2.h: 1,369

Activité surfacique sans traitement: 2,374

efficacité du traitement en %: 42,3

Dose en surface en mSv: 0,37

Dose en profondeur en mSv: 1,369

Dose équivalente à la peau: 11,28

Dose équivalente résiduelle à la peau: 42,3

Dose équivalente: 43

nb	date	H	mn	cumul te...	ecart min...	Cps/s	Cps-Bf	Cps atte...	Kbq	Kbq/h	sonde	Bf	t...	s...	t...	s...
0	03/03/1993	16	00	0		210	180		1,06							
1	03/03/1993	16	00	0	0	210	180		1,06	0	SG2	30	1...	100	4	1
2	03/03/1993	16	45	45	45	210	180	208,7050...	1,06	0,795	SG2	30	1...	100	4	1
3	03/03/1993	17	30	90	45	110	80	208,7050...	0,47	0,574	SG2	30	1...	100	4	1

Débits de dose et équivalents de dose intégrés lors de chaque épisode

Episode	Débit de dose moyen (µSv.h ⁻¹)	Equivalent de dose intégré (µSv)
I	400	200
II	158	79
III	16,9	84
IV	2,8	45
Total		408 µSv

Evaluation de la dose reçue par une manipulatrice d'une unité de médecine nucléaire lors d'un incident de contamination par du thallium-201 A. Rannou Congrès SFRP Juin 2009

Conclusions



- **Progiciel opérationnel correspond à un besoin**
- **Outil pratique pour les intervenants médicaux sur le terrain**
 - **Sur les centres médicaux des sites CEA et Défense**
 - **Sur SAMU etc..**
- **Etape de confirmation et différenciation dose béta/gamma**
- **Outil destiné à être exporté sous plusieurs versions**
 - **Sur PC**
 - **Sur mobile phones**



Merci de votre attention !