

ATSR 2010

Radioprotection et Démantèlement

Estimation du Facteur de Mise En Suspension
d'aérosols alpha applicable aux sites UNGG en
démantèlement

17 septembre 2010



CHANGER L'ÉNERGIE ENSEMBLE

Estimation du Facteur de Mise En Suspension d'aérosols alpha applicable aux sites UNGG en démantèlement



Saint Laurent A

EDF CIDEN

Rappet C., Guesdon A.

SUBATECH

Fattahi-Vanani M., Arnette A.

EDF R&D

Hameau D., Jahan S., Gaillard-Lecanu E., Fazileabasse J., Reynier M.



Sommaire

1. Contexte de l'étude

2. FMES

quid est ? pourquoi le mesurer ?

3. Le FMES alpha dans la littérature

4. Expérimentation :

choix du site, prélèvements, analyse, résultats, estimation

5. Discussion

6. Conclusions

1. Contexte de l'étude

► Origine de la contamination alpha

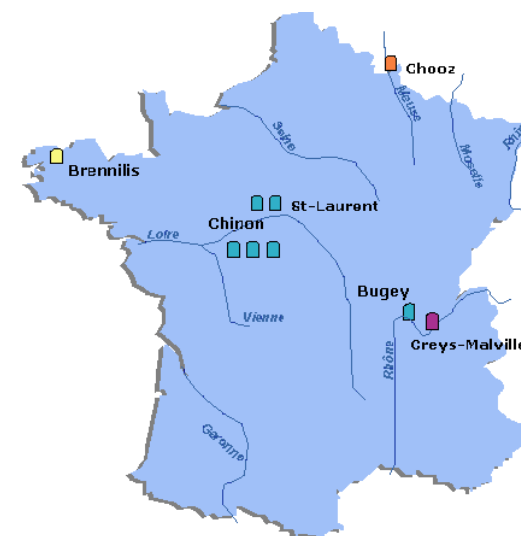
➔ Actinides émetteurs alpha

- ↪ initialement présents dans le combustible
- ↪ issus par capture neutroniques successives

► Chantiers de démantèlement :

➔ un risque d'exposition interne alpha plus fréquent

- ↪ une contamination alpha parfois importante suite à des incidents sur le combustible en phase d'exploitation
- ↪ présence plus fréquente de contamination sèche
- ↪ des travaux générant une remise en suspension importante de poussière et d'aérosol



- **1 réacteur à eau pressurisée (REP)**
Chooz A (300MW) : 1967-1991
- **1 réacteur à eau lourde (REL)**
Brennilis (70 MW) : 1967-1985 (EDF/CEA)
- **6 réacteurs de la filière Uranium naturel / graphite-gaz (UNGG)**
Chinon A1 (70MW) : 1963-1973
Chinon A2 (200MW) : 1965-1985
Chinon A3 (480MW) : 1966-1990
Saint-Laurent A1 (480MW) : 1969-1990
Saint-Laurent A2 (515MW) : 1971-1992
Bugey 1 (540MW) : 1972-1994
- **1 réacteur à neutrons rapides (RNR)**
Creys-Malville (1240MW) : 1986-1997

2. FMES : *définition*

- ▶ Paramètres d'influence de la mise en suspension de particules :
 - ↳ homogénéité et type de contamination surfacique
 - ↳ taille, densité et composition chimique des matériaux contaminants
 - ↳ déplacements d'air provoqué par la ventilation
 - ↳ mouvements des personnes présentes et nature des travaux
 - ↳ ...

- ▶ Une approche quantifiée globale de l'ensemble de ces paramètres a conduit à la définition :

$$\text{FMES (m}^{-1}\text{)} = \frac{A_v \text{ (Bq / m}^3\text{)}}{A_s \text{ (Bq / m}^2\text{)}}$$

2. FMES alpha : *pourquoi le mesure-t-on ?*

- ▶ Parce que, dans une logique de radioprotection, l'inhalation d'aérosols contaminants est un risque majeur
- ▶ Parce que l'évaluation du risque d'inhalation, d'autant plus critique pour des contaminants alpha, s'appuie sur le FMES
- ▶ Pour une meilleure adéquation entre le risque d'inhalation et les barrières à mettre en œuvre pour s'en prémunir
- ▶ Pour définir les dispositions appropriées de protection des intervenants

3. FMES dans la littérature

- ▶ Revue de littérature (Fazileabasse, 2007)

 - ↳ Complexité des phénomènes associés

 - ↳ Grande variabilité

 - ↳ Difficulté à établir un FMES générique

- ▶ Diversité d'expression des coefficients de mise en suspension

 - ↳ FMES

 - ↳ KMES : Fraction de mise en suspension

3. FMES dans la littérature

► Certaines pistes sont proposées :

↪ $FMES = 10^{-6} \text{ m}^{-1}$

*établi pour les particules émettrices alpha lors de la dissémination de matière fissile pour les tranches en exploitation
(Rabu & al, 2002 ; Boulaud & al, 2003 ; Le Guen & al, 2003)*

↪ $KMES = 2 \cdot 10^{-3}$

*préconisé pour le cas des ventilation à proximité de la surface contaminée
estimé = mise en suspension de poudre
(Handbook DOE, 1994)*

↪ $FMES = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^{-1}$

*préconisé pour des travaux nécessitant de la manipulation estimé = cas
d'une fréquence de pas de 36 pas/min
(Witschger, 1999)*

4. Expérimentation : *choix du site*

► Saint Laurent A - Evaporation des eaux de piscine tranche 1



► Critères de choix :

- ↳ dimension importante du chantier
- ↳ faible débit de dose
- ↳ contamination surfacique alpha $< 10 \text{ Bq/cm}^2$

► Fin des années 90 : décontamination des parois des 4 bassins

4. Expérimentation : *mesures et prélèvements*

▶ Estimation de l'activité volumique (A_v)

- ↪ par prélèvement d'aérosol
- ↪ 11 prélèvements analysés



▶ Estimation de l'activité surfacique (A_s)

- ↪ par frottis
- ↪ 42 prélèvements analysés



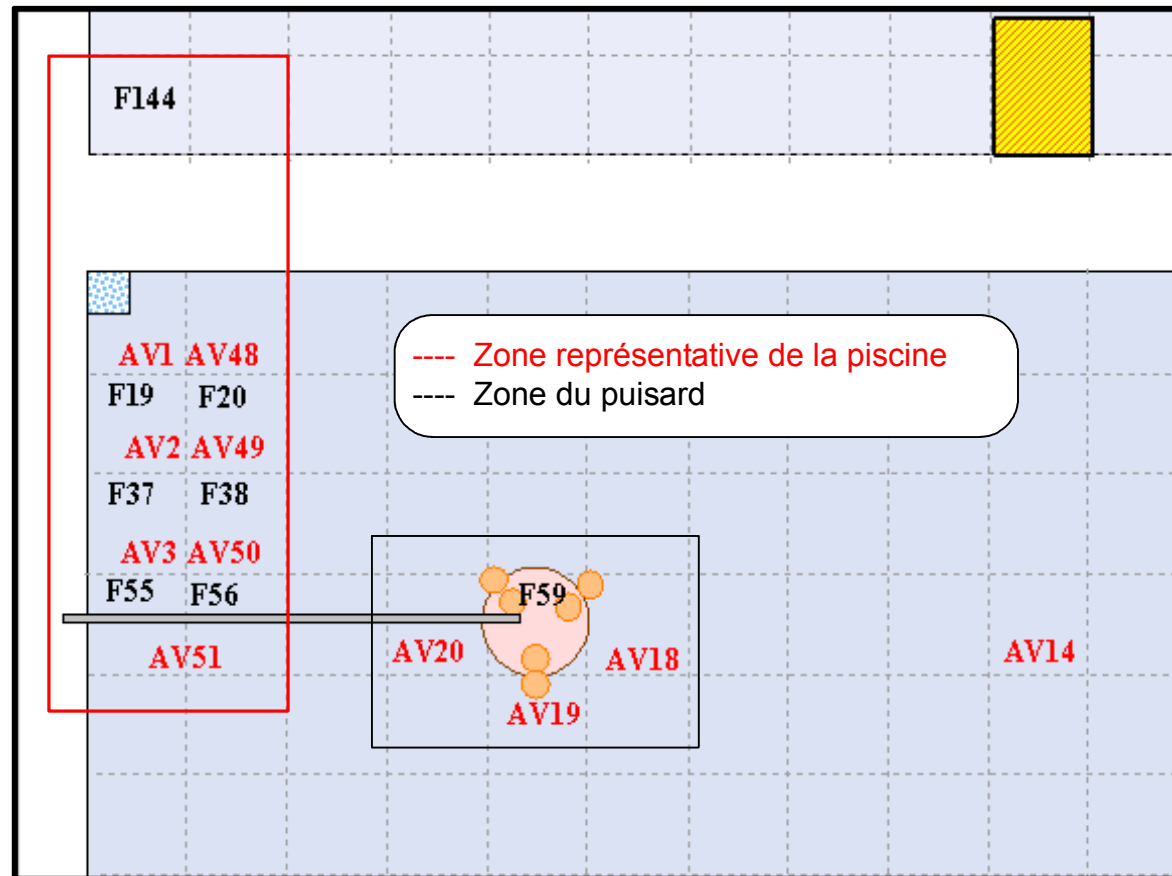
Frotteur
EDF R&D

▶ Granulométrie des aérosols

- ↪ par prélèvement d'aérosol via un impacteur à 3 étages
- ↪ 1 prélèvement analysé (i.e. 3 filtres)

▶ Température et humidité

4. Expérimentation : *localisation des points de mesures*

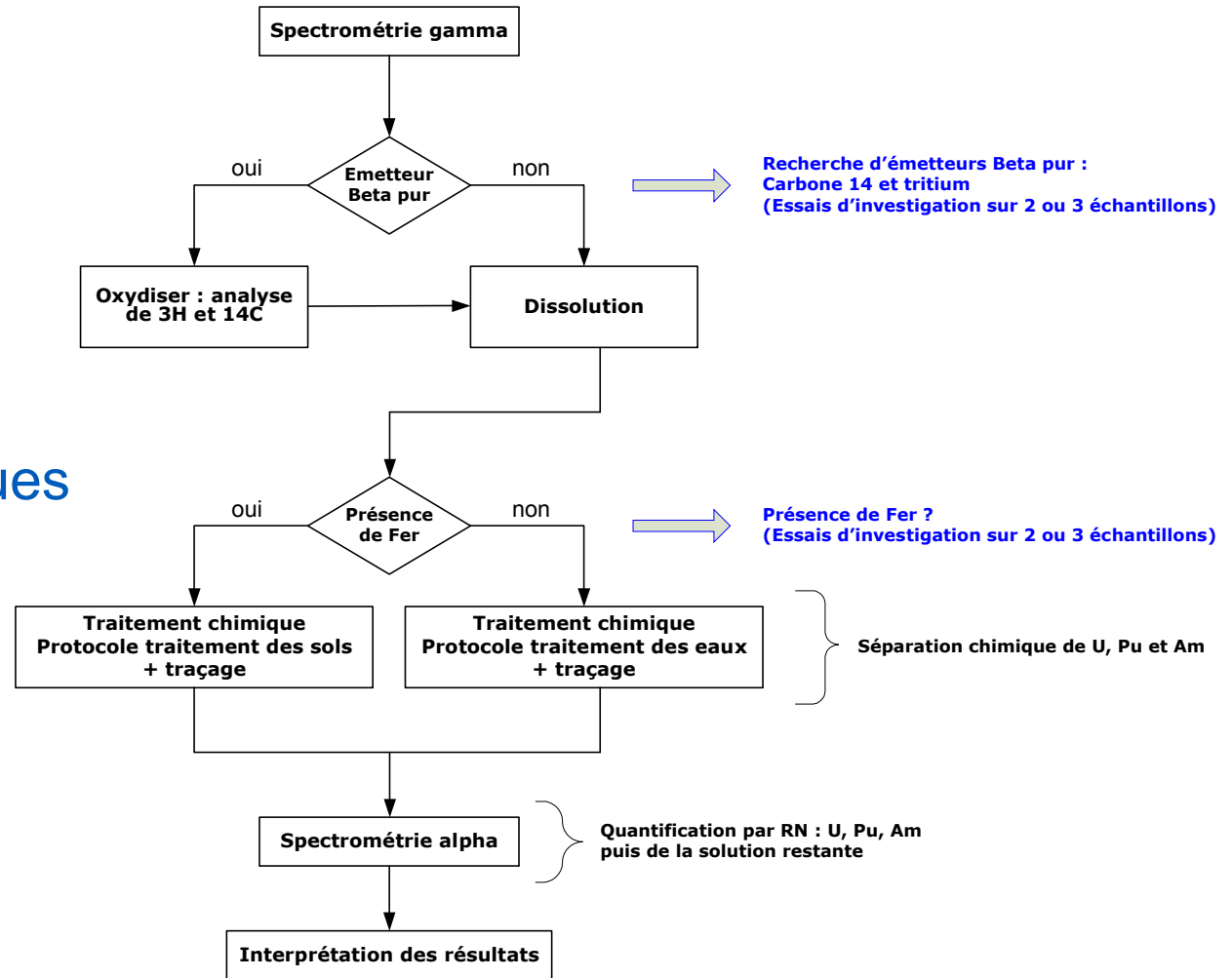


4. Expérimentation : analyse

► 42 frottis

► 11 prélèvements atmosphériques

► 1 impacteur soit 3 filtres



4. Expérimentation : *résultats*

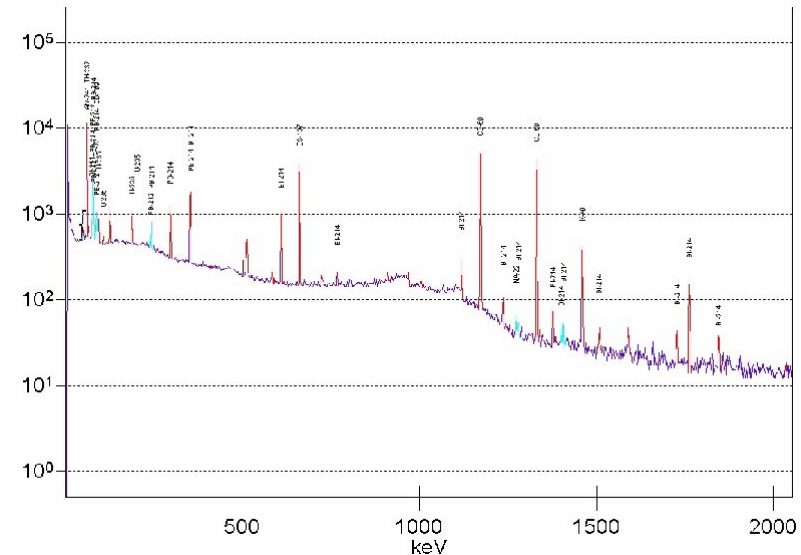
▶ Présence de tritium et ^{14}C non pénalisante en terme de RP

▶ Absence de Fer

▶ Spectrométrie gamma

↪ 3 radionucléides de manière récurrente sur l'ensemble des échantillons traités (^{60}Co , ^{137}Cs , ^{241}Am)

↪ Activités variables en fonction des échantillons



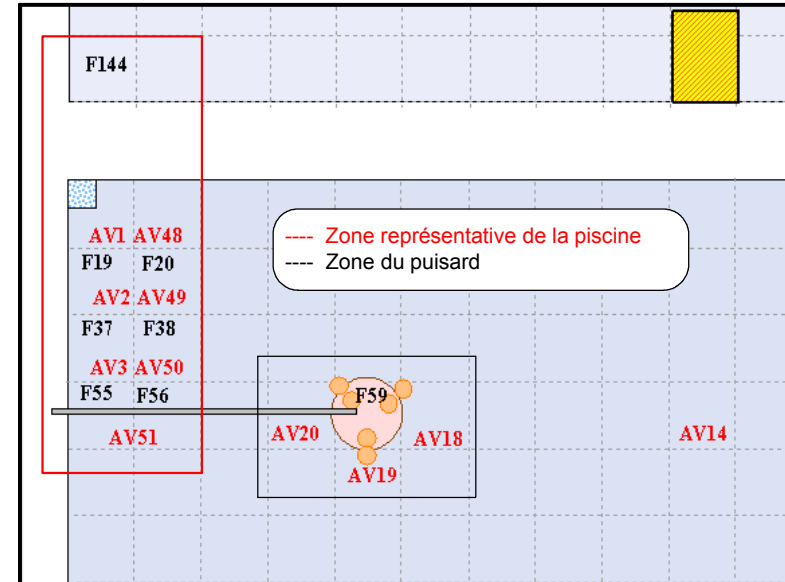
Spectre gamma

4. Expérimentation : *résultats*

- ▶ Absence d'activité significative de ^{235}U et ^{238}U
- ▶ Présence de ^{238}Pu , $^{239,240}\text{Pu}$ et ^{241}Am
- ▶ Pas d'autre radionucléide observé
- ▶ Activités surfaciques :
 - ↳ variable en fonction des échantillons
 - ↳ Puisard = point singulier
- ▶ Activités volumiques :
 - ↳ peu de dispersion
 - ↳ A_v « dynamique » = 2 A_v « statique »
- ▶ Diamètre moyen des particules entre 4 μm et 10 μm

4. Expérimentation : estimation

- ▶ Zone 1 : représentative du fond de la piscine
- ▶ Zone 2 : atypique - puisard



Radionucléide	Statique Zone représentative		Dynamique Zone représentative		Statique Zone puisard	
	$\overline{\text{FMES}}$ (m-1)	k = 2	$\overline{\text{FMES}}$ (m-1)	k = 2	$\overline{\text{FMES}}$ (m-1)	k = 2
^{241}Am	6,8E-05	± 5,6E-05	1,2E-04	± 9,7E-05	5,6E-06	± 2,1E-06
^{238}Pu	4,3E-05	± 2,1E-05	8,7E-05	± 5,0E-05	1,1E-05	± 2,7E-06
$^{239,240}\text{Pu}$	3,4E-05	± 1,4E-05	6,8E-05	± 3,3E-05	7,4E-06	± 1,7E-06
Moyenne	4,8E-05	± 3,6E-05	9,2E-05	± 6,6E-05	8,0E-06	± 2,2E-05

5. Discussion

- ▶ FMES déterminé en présence d'activité humaine (marche)
= FMES le plus proche des conditions réelles des chantiers de démantèlement

	Cattenom 2001 (en exploitation)	SLA 2008 (démantèlement)
FMES alpha	$1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^{-1}$	$9,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^{-1}$
Taille des particules (μm)	$< 1 \mu\text{m}$	4 à 10 μm

- ▶ La différence de granulométrie est de nature à expliquer la différence dans l'évaluation du FMES (Guingo & al, 2008)

6. Conclusions

- ▶ S'assurer de la représentativité des prélèvements (ponctuel) par rapport à une situation globale que le FMES doit caractériser
- ▶ La connaissance de la granulométrie est une donnée pertinente et nécessaire pour l'interprétation de la valeur du FMES
- ▶ FMES évalué dans les conditions d'un chantier spécifique : extrapolation à l'ensemble des chantiers difficile
- ▶ Le Facteur de Mise En Suspension préconisé, dans le cas d'une activité humaine non génératrice d'aérosols radioactif pour le chantier évaporation des eaux de piscine de SLA, est de :

$$\text{FMES} = 10^{-4} \text{ m}^{-1}$$



Merci de votre attention

